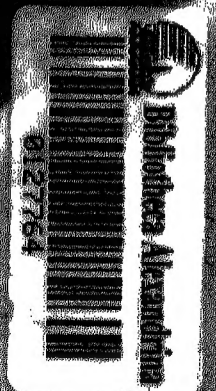


أنطوان بطرس



مكتبة لبنان











مَوْسُوعَةُ الْكُمْبِيُوتَرِ الْمِيسَّرَةِ



أنطوان بطرس

مكتبة  
الكتاب  
المسرح

مكتبة لبنان

مَكْتَبَةُ لَبْنَانِ  
سَاحَةُ رِيَاضَتِ الصَّلَحِ ،  
بَیروت ، لَبْنَانِ  
وُكَلَاءُ وَ مُوزَعُونَ فِي جَمِیعِ انْحَاءِ الْعَالَمِ  
© الحقوقُ الْكَامِلَةُ مَحْفُوظَةٌ  
لِمَكْتَبَةِ لَبْنَانِ ، ١٩٩١  
طَبْعَةُ أَوَّلَى ١٩٩١  
طَبْعَةُ ثَانِيَةِ ١٩٩٤  
طُبِعَ فِي لَبْنَانِ  
رَقْمُ الْكِتَابِ 01 D 110144

الرَّسْمُ الدَّاخِلِيَّةُ : سَلِيمُ صَوَايَا  
الْعِلَافُ الْخَارِجِي : تَصْمِيمُ رَازِقِ أَنْتَبَاس  
تَنْفِذُ : سَلِيمُ صَوَايَا  
الْمَخْطُ : فَوَّادُ اسْطِفَّان

## الإهداء

إِلَى سَانْدَرَا وَنَادِين  
رَمَزِي تَمَايُزِي فِي الْأُسْلُوبِ  
وَتَجَانُسٍ فِي السِّي  
نَحْوِ الْمُسْتَقْبَلِ

## المقدمة

تتألف هذه الموسوعة من ٢٤ فصلاً تتناول شرح الكمبيوتر وطريقة عمله في أسلوب مبسط ولكن شامل ومحيط، ومن هنا اكتسبت سمة الموسوعة.

وخلافاً للموسوعات التي يغلب عليها الطابع السردى الكثيف، وعلى غرار الموسوعات العلمية الأخرى الصادرة عن «مكتبة لبنان» يعتمد هذا الكتاب الشرح المختصر الوافى المباشر إلى جانب الرسوم المفسرة.

إن الهدف من وراء هذه الموسوعة هو وضع الكمبيوتر، هذا الوافد الجديد إلى الحضارة الإنسانية، بمتناول مختلف المعنيين به وبخاصة أولئك الذين لا يملكون ثقافة كمبيوترية لكنهم يعملون في محيط تغلب عليه التطبيقات الكمبيوترية. وكلنا بات يعلم أن دور الكمبيوتر لن يكون عابراً ولا هامشياً في حياة الإنسان؛ فهو منذ الآن يعم مختلف أوجه الحياة والعمل؛ وتطبيقاته تشمل جميع الحقول والقطاعات: الطبية والمعيشية والسياحية والصناعية والخدمات والتجارية والعلمية والفنية وحتى الرياضية. لقد غزا الكمبيوتر ميدان العمل وأصبح من مستلزمات المكتب والإدارة والإنتاج، ولم يعد هناك من فرد فاعل في المجتمع يستطيع أن يعيش بمنأى عنه.

تتوجه هذه الموسوعة إلى كل مبتدئ بالكمبيوتر: من زجل التجارة والأعمال إلى الإداري والموظف؛ من المواطن المنتج إلى الطالب الساعي إلى التحصيل؛ من الشاب اليافع الطري العود إلى الرجل الفاعل الذي يقبض زمام الأمور في ميدان عمله ويرفض أن يتخطاه قطار التطور. جميع هؤلاء تجمعهم صفة واحدة هي أنهم مبتدئون بالنسبة للكمبيوتر ولكنهم يختلفون عن غيرهم بأنهم لا يريدون أن يقفوا من هذا التيار الجارف موقف المتفرج فحسب، بل يريدون ملاقاة والإمساك بعنانه وترويضه.

وكما سترأى لقارئ هذه الموسوعة، فإنه ليس في الكمبيوتر أية أسرار أو ألغاز، ولا يوجد فيه شيء يستعصي فهمه. بل على العكس، فالكمبيوتر آلة بسيطة مطواعة لا يحتاج التعرف إلى كُنْها أي جهد استثنائي. ويمكن أن يتم ذلك، كما هو الحال في موسوعتنا، بواسطة جولة في بضعة فصول من القراءة المزدانة بالرسوم التوضيحية. وسوف يجد القارئ أنه ألم بالكمبيوتر واستوعب قدراته وإمكاناته، وأن التوهم من الكمبيوتر لا يستند إلى أية حقيقة: فكل الأوهام منشأها لا تستند إلى أي أساس إلا في العقل. وإخراج هذا الوهم من عقولنا ليس بالأمر العسير إطلاقاً.

فتعالوا معنا إلى جولة في عالم الكمبيوتر واستكشفوا ما هو وكيف يعمل؟

المؤلف

في ١-٦-١٩٩٠

## المحتويات

|    |   |
|----|---|
| ٦  | المقدمة   |
| ٩  | الفصل الأول: ما هو الكمبيوتر؟   |
| ١٤ | المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (١)                                   |
| ١٥ | الفصل الثاني: كيف يعمل الكمبيوتر؟                                       |
| ٢٠ | المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (٢)                                   |
| ٢١ | الفصل الثالث: نسخ البيانات من أسطوانة إلى أسطوانة أخرى                  |
| ٢٧ | الفصل الرابع: مكونات الكمبيوتر  |
| ٣٠ | المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (٣)                                   |
| ٣٠ | الفصل الخامس: كيف تتولى البرامج زمام الأمور                             |
| ٣٥ | الفصل السادس: الشريحة... إعجاز في التصغير                               |
| ٣٩ | الفصل السابع: لغة الكمبيوتر (١): النظام الثنائي                         |
| ٤٢ | آباء الكمبيوتر (١)  |
| ٤٣ | الفصل الثامن: لغة الكمبيوتر (٢): النظام الثنائي والست عشري              |
| ٤٧ | الفصل التاسع: لغة الكمبيوتر (٣): قواعد التحويل                          |
| ٥٠ | آباء الكمبيوتر (٢)  |
| ٥١ | الفصل العاشر: لغة الكمبيوتر (٤): قواعد الجمع والطرح                     |
| ٥٥ | الفصل الحادي عشر: اللغة الثنائية الإلكترونية                            |
| ٥٩ | الفصل الثاني عشر: المنطق الكمبيوتر (١): الجبر البولي. البوابات المنطقية |
| ٦٣ | الفصل الثالث عشر: المنطق الكمبيوتر (٢): ربط البوابات المنطقية           |
| ٦٧ | الفصل الرابع عشر: الدارات الثنائية (١). من البدالات إلى الترانزيستورات  |
| ٧١ | الفصل الخامس عشر: الدارات الثنائية (٢): آباء الترانزيستور               |
| ٧٢ | كيف تعمل البدالة الإلكترونية  |
| ٧٤ | نصف ناقل عالي الأداء  |
| ٧٥ | الفصل السادس عشر: الدارات الثنائية (٣): السرعة ومُشكلاتها               |
| ٧٩ | الفصل السابع عشر: الدارات الثنائية (٤): كيف يُصنع الترانزيستور          |
| ٨٣ | الفصل الثامن عشر: من القياسي إلى الرقمي                                 |
| ٨٨ | من البيانات إلى الظواهر   |

## المحتويات

---

|     |   |
|-----|---|
| ٨٩  | الفصل التاسع عشر : تأهيل الكمبيوتر (١)            |
| ٩٤  | أدوات تحريك الدالة المنزلة                        |
| ٩٥  | الفصل العشرون : تأهيل الكمبيوتر (٢)               |
| ٩٨  | ضابط الألعاب                                      |
| ٩٩  | الفصل الحادي والعشرون : عملية التدقيق الكمبيوترية |
| ١٠٤ | الفصل الثاني والعشرون : لوحة المفاتيح             |
| ١٠٨ | الفصل الثالث والعشرون : المراقب (شاشة العرض)      |
| ١١٢ | الفصل الرابع والعشرون : الطابعة                   |
| ١١٦ | الرسم التصويرية                                   |





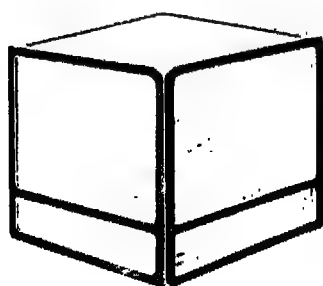
|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

ما هو الكمبيوتر ومِمَّ يتألف؟ ما هي مكوناته وكيف يعمل؟  
 أسئلة تواجه كل مبتدئ أو وافد جديد إلى عالم الكمبيوتر.  
 نسهل بالإجابة عن هذه الأسئلة تمهيداً للانتقال إلى استعراض كيفية عمله ومفهوم المعالجة.

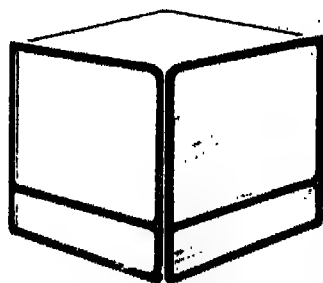
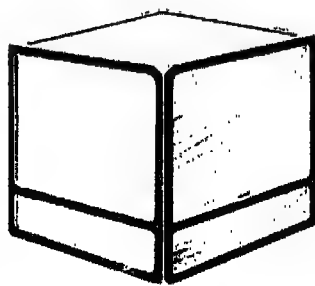
## ما هو الكمبيوتر؟

### الفصل الأول

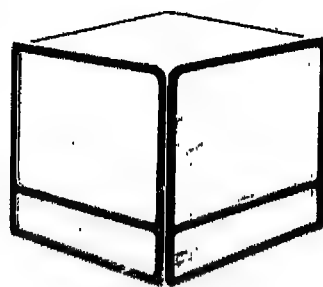
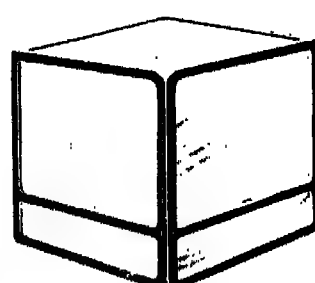
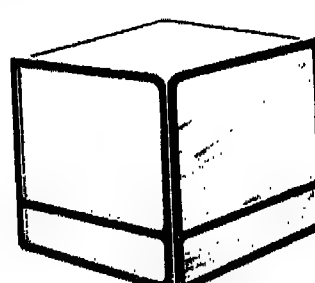
الكمبيوتر جهاز يقوم بعدد من العمليات الحسابية وهي:



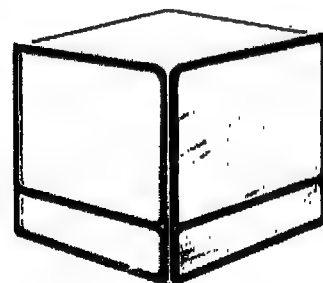
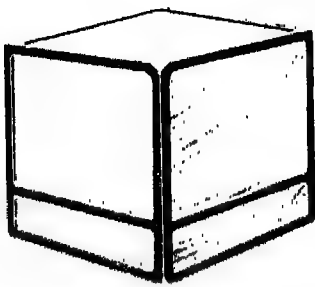
الجمع



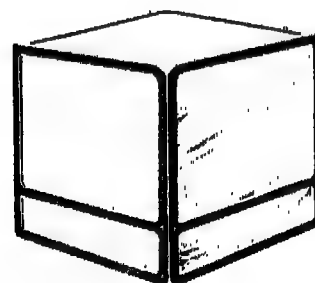
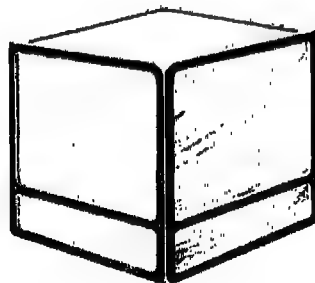
الطرح



الضرب

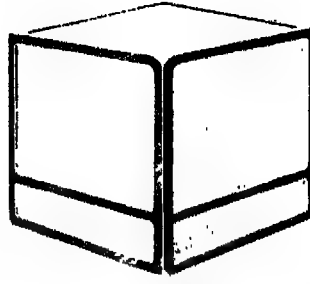
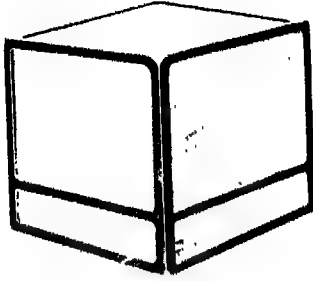


القسمة

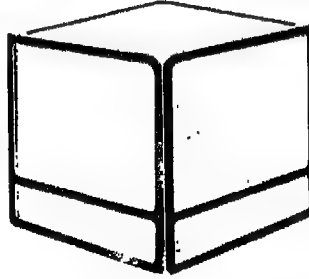
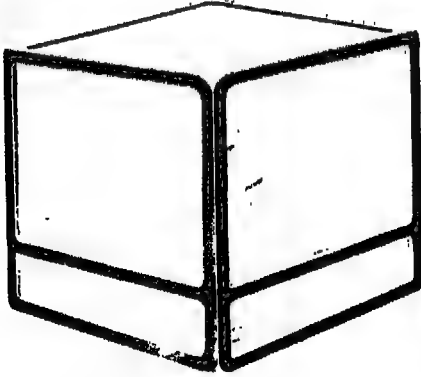


كما ويقوم الكمبيوتر بالعمليات المنطقية التالية:

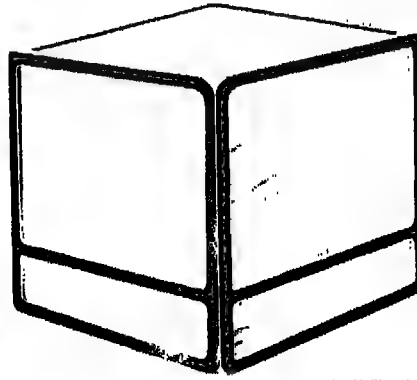
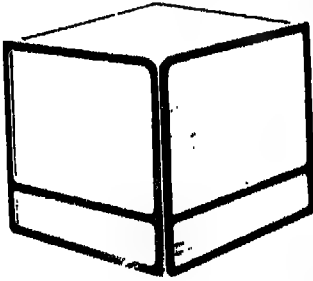
**التعادل**



**اصغر من**



**اكبر من**



هذا كل ما يفعله الكمبيوتر ولا شيء سوى ذلك. حتى العمليات المعقدة تعتمد هذه العمليات الحسابية والمنطقية السبع. والواقع ان كل شيء يقوم به الكمبيوتر يتم وفق واحدة أو أكثر من هذه العمليات.

ويحتاج الكمبيوتر لاتمام هذه العمليات الى مبرمج، وبواسطة البرامج التي يكتبها المبرمج يستطيع الكمبيوتر القيام بالاعمال العديدة التالية:

● معالجة المتغيرات

اذا (كان الرجل طويلا) / عندئذ (ابحث عن رجل قصير)



أين وضعت الملف؟

● فرز البيانات والبحث عنها

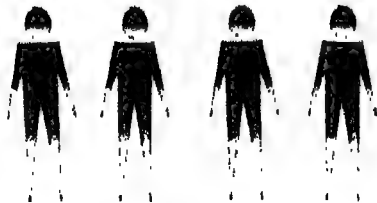
● المقارنة

كلغ حديد = كلغ قطن



كرد الطباعة مرتين

● العمليات المكررة

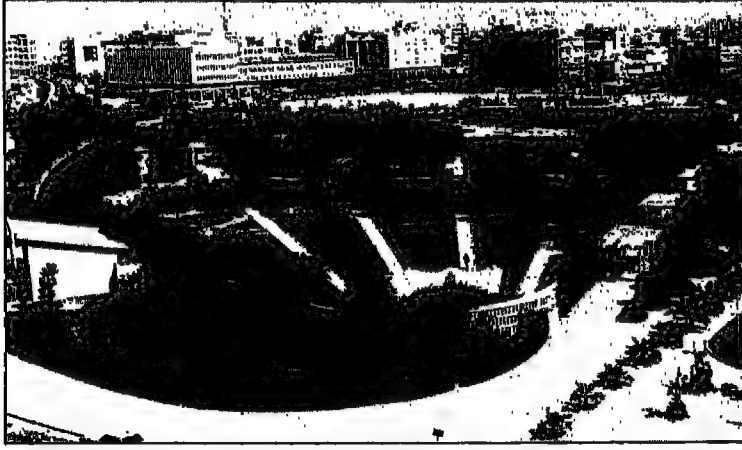


يبلغ مجموع عدد السكان اربعة ملايين

● العمليات الحسابية

## مما يتألف الكمبيوتر؟

يتألف الكمبيوتر من الجزء المادي الملموس ويطلق عليه اسم معدات، وجزء غير ملموس هو البرامج .



المعدات: ان كل شيء تراه عينك في الكمبيوتر هو جزء من المعدات، كالشاشة، ولوحة المفاتيح، والاسلاك، والطابعة الخ... وهناك من يشبه المعدات بالمطبخ المنزلي الذي يتألف من فرن وبرد وغسالة ثياب الخ... وحيث لكل جهاز وظيفة معينة. ويمكن كذلك ان نشبه المعدات بمدينة يرافقها المنتظمة حيث لكل مرفق وظيفة محددة مرسومة.

البرامج: البرامج هي مجموعة التعليمات والبيانات التي توضع في القسم الالكتروني داخل الكمبيوتر والتي يتبعها لتنفيذ مهامه. وهي على نوعين:

انظمة التشغيل: هي مجموعة التعليمات التي تتابع موقع وجود البيانات والبرامج، وتتحصر علاقة أنظمة التشغيل بوحدة المعالجة المركزية. وإذا كانت المعدات هي أشبه بمدينة فإن أنظمة التشغيل هي أشبه بخريطة المدينة التي تبين الطرق والمفارق وأرقام الشوارع حيث يمكن تحديد ومعرفة كل شيء في المدينة على الخريطة وبالطبع فكما ان كل خريطة مدينة تختلف عن خريطة مدينة أخرى، هكذا يختلف نظام تشغيل معين عن آخر.



### برنامج تنظيف السيارة

١ - نظف محرك السيارة

١ - ١ - رش المحرك بمنظف يزيل الشحوم

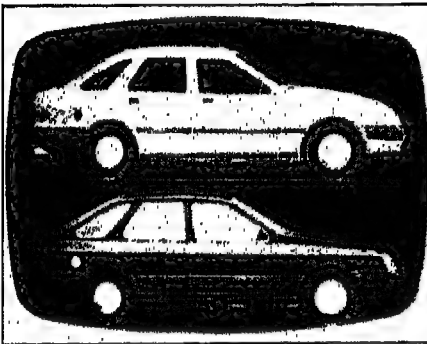
١ - ٢ - غلف جميع أجزاء المحرك مع الزوايا والشقوق

١ - ٣ - أزل السائل المنظف مع الوسخ بماء الخرطوم

١ - ٤ - دع المودع ينضج بقليل من الماء

١ - ٥ - تخلص مما يتبقى على الاجزاء

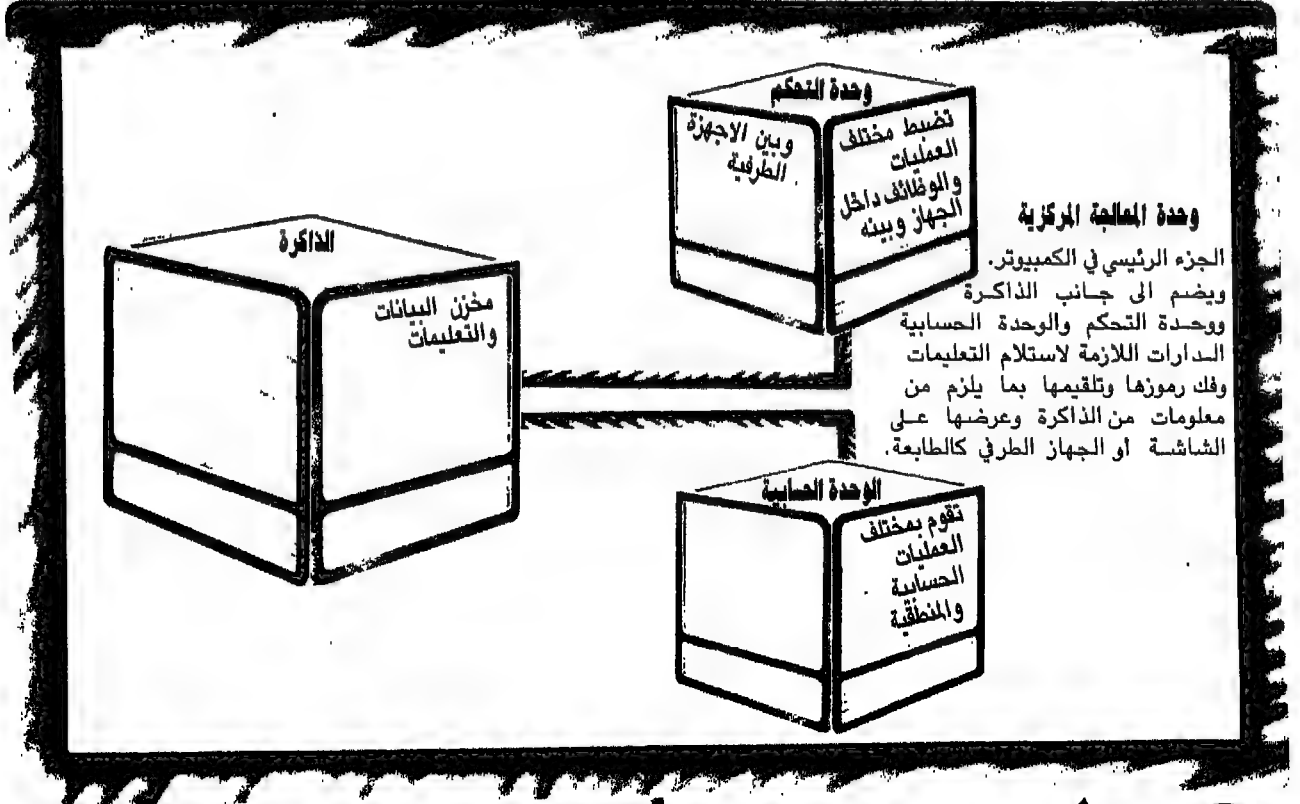
الكهربائية من السائل المنظف برش مادة تمتص الرطوبة.



البرامج التطبيقية: هي مجموعة التعليمات التي تحدد للكمبيوتر كيف ينفذ عملاً معيناً ومحدداً كأن يصنف لنا أسماء المشتركين في النادي أو يطبع لنا عناوينهم على المظاريف الخ... ومعنى ذلك ان البرنامج التطبيقي ينبغي ان يكتب في الصورة التي تكفل تنفيذ هذا الاداء المعين واعتمادا على نظام التشغيل المختار. فالبرنامج التطبيقي في حاجة الى «خريطة» يتعرف بواسطتها الى أوجه السير والمرور والتنقل ضمن اطاره المادي أي ضمن المعدات.

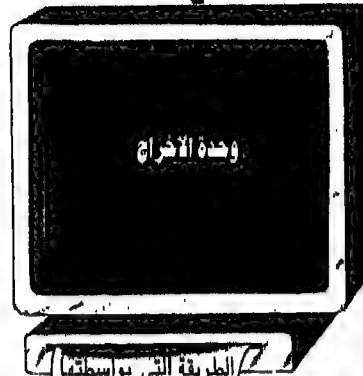
## المعدات الأساسية في الكمبيوتر

تتألف معدات الكمبيوتر من وحدة معالجة مركزية واجهزة طرفية :



الطريقة التي بواسطتها تدخل البيانات والتعليمات الى الكمبيوتر

من الانسان الى الآلة



الطريقة التي بواسطتها نستحصل على بيانات من الكمبيوتر

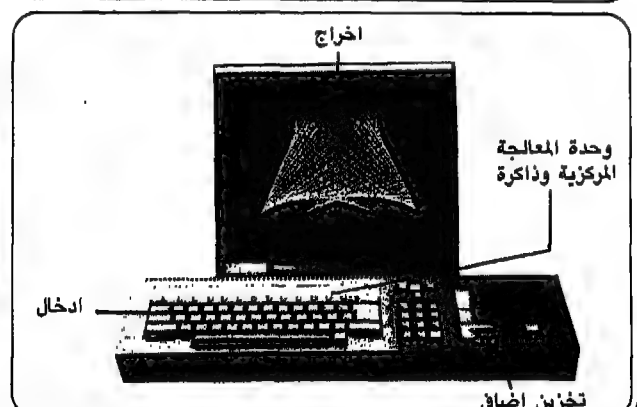
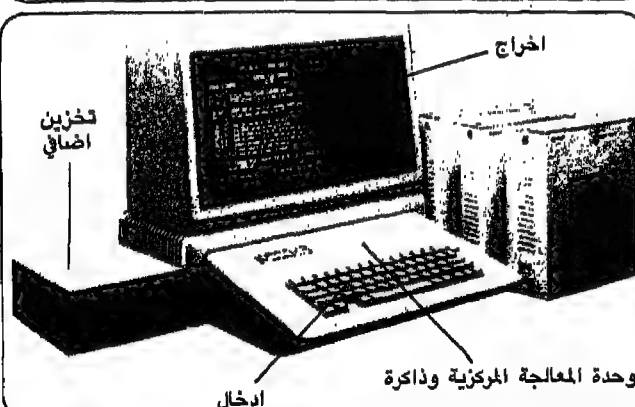
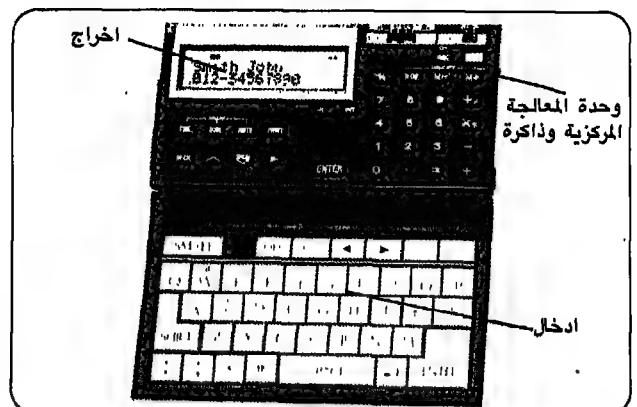
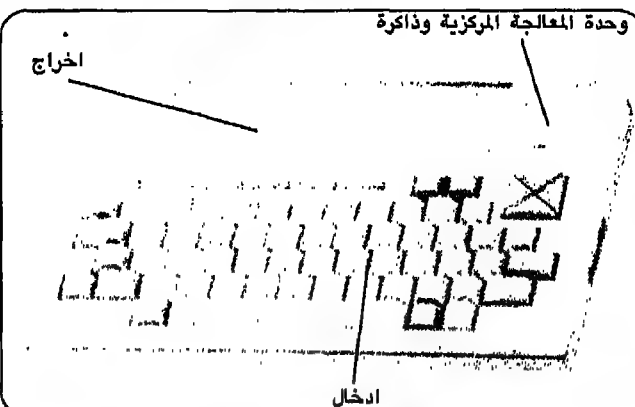
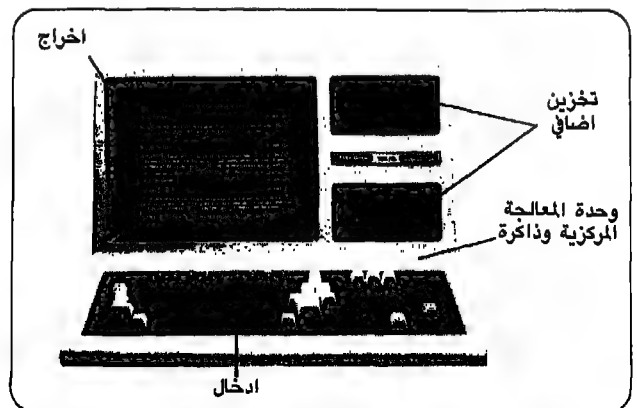
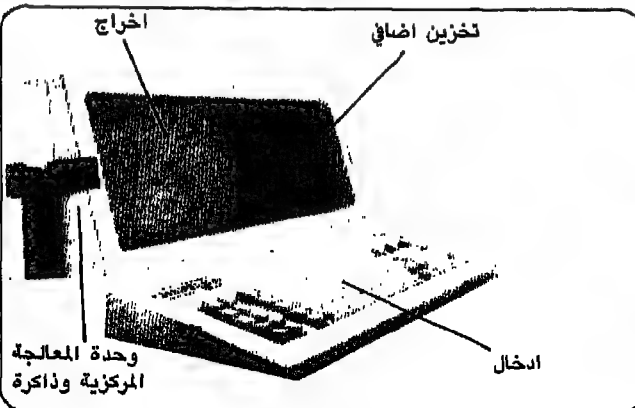
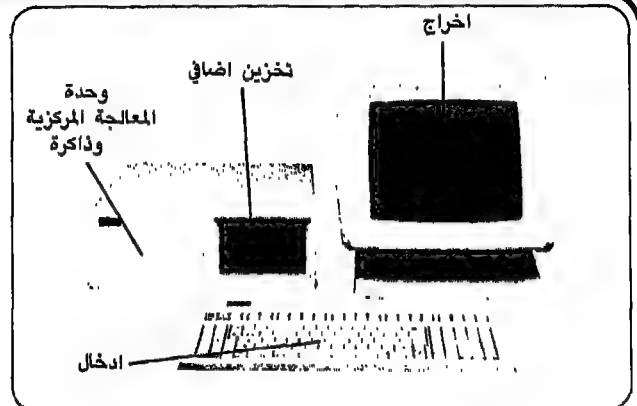
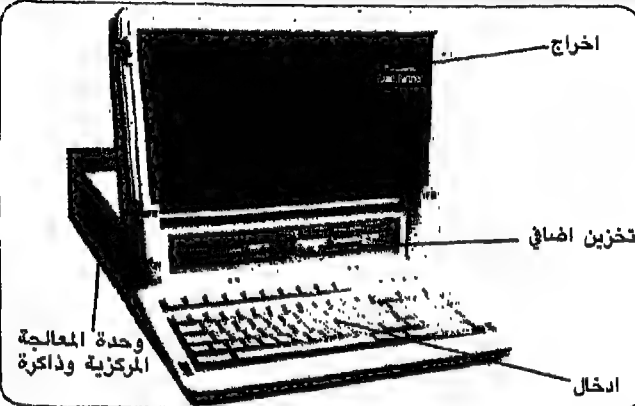
من الآلة الى الانسان



أجهزة طرفية

من الآلة الى الآلة

## تنوع مواقع المعدات الأساسية

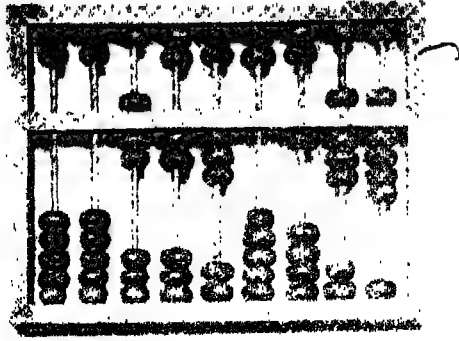


## المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (١)

بين اكتشاف العدّ وظهور الكمبيوتر رحلة طويلة اجتازها الإنسان وعرف فيها وسائل عديدة ومُتنوعة للعدّ. هذه الوسائل تُراوحت بين أصابع اليدين (والقدمين لدى بعض الشعوب) والتشطيط على العظام وقضبان الخشب، والحصي، وعقد الحبال، والمعداد، انتهاءً بالآلة الحاسبة.

وكذلك الأمر فإنّ الانتقال من الآلة الحاسبة إلى الكمبيوتر لم يتمّ دفعة واحدة بل استغرق سنوات عديدة من الخيال والإبداع الفكري؛ خاصّة أنّ الأجهزة الآليّة التي تُعتبر السلف المباشير للكمبيوتر كانت مزيجاً من اثنين، أجهزة ابتُكرت بهدف تسهيل العمليّات الحسابيّة وأخرى ابتُكرت لأهداف صناعيّة ساهمت في توفير وسيلة لإدخال المعلومات إلى الآلات الحاسبة وضبط عمليّات المُعالجة الرقمية وغير الرقمية في آن.

وباستثناء أصابع اليدين فإنّ المعداد هو الوسيلة الوحيدة التي لا تزال مُعتمدة حتّى أيّامنا هذه بين جميع الوسائل والأجهزة التي عرفها الإنسان في مسيرته الطويلة نحو الكمبيوتر.

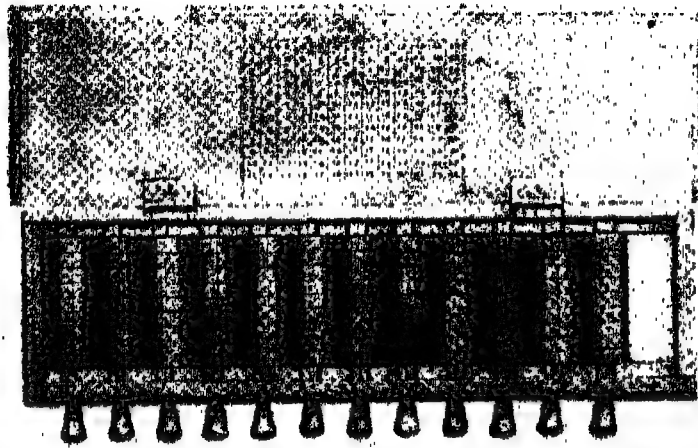


المعداد (Abacus) (حوالي ٣٠٠٠ ق.م.)

أقدم جهاز للعد له طابع آلي متحرك يعتقد أنه من أصل بابلي وأسمه مشتق من كلمة فينيقية هي «أباك»، وتعني الرمل المنثور على سطح ما للكتابة عليه. استخدم على نطاق واسع في الماضي ولا يزال متداولاً حتّى اليوم في الشرق الأقصى. الحذقون في استعماله يضاعون بسرعاتهم الآلات الحاسبة اليدوية.

عظام نابير (Napier's Bones) (١٦١٧)

مجموعة قضبان عظمية مقسمة إلى أجزاء رقمية يمكن ترتيبها بأسلوب معين فتمكن من إيجاد حاصل الضرب، مثلاً، بجمع سلسلة رقمية تتنسق أفقياً بصورة تلقائية عند تحريك العظام باتجاه الأرقام المطلوبة. قد قام عالم آخر يدعى وليام أوغتريد (William Oughtred) بتطوير النظام إلى «المسطرة المنزلقة» التي كان المهندسون ولا يزالون يستعملونها. كما وأن ظهور حاسبة هسكال أنهى أي دور مستقبلي لها.



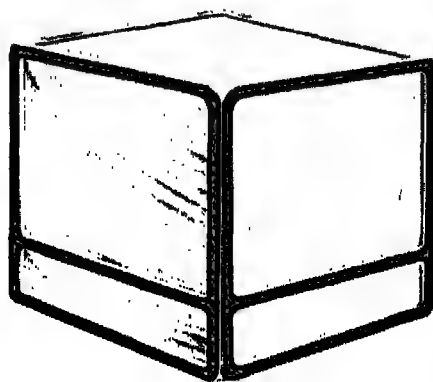


|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

عرضنا في الفصل الأول ماهية الكمبيوتر ومما يتألف.  
في هذا الفصل نستعرض كيفية عمله ابتداءً بالعلاقة بين المُعدّات والبرامج وانتهاءً بالبيانات  
وطريقة إدخالها وحفظها.

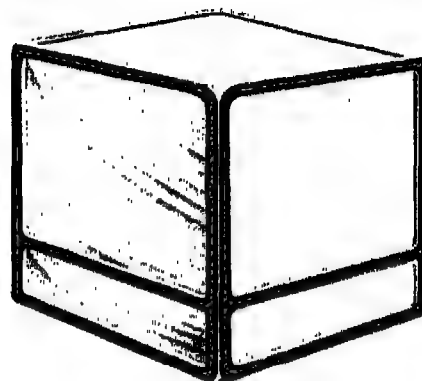
## كيف يعمل الكمبيوتر؟

## الفصل الثاني



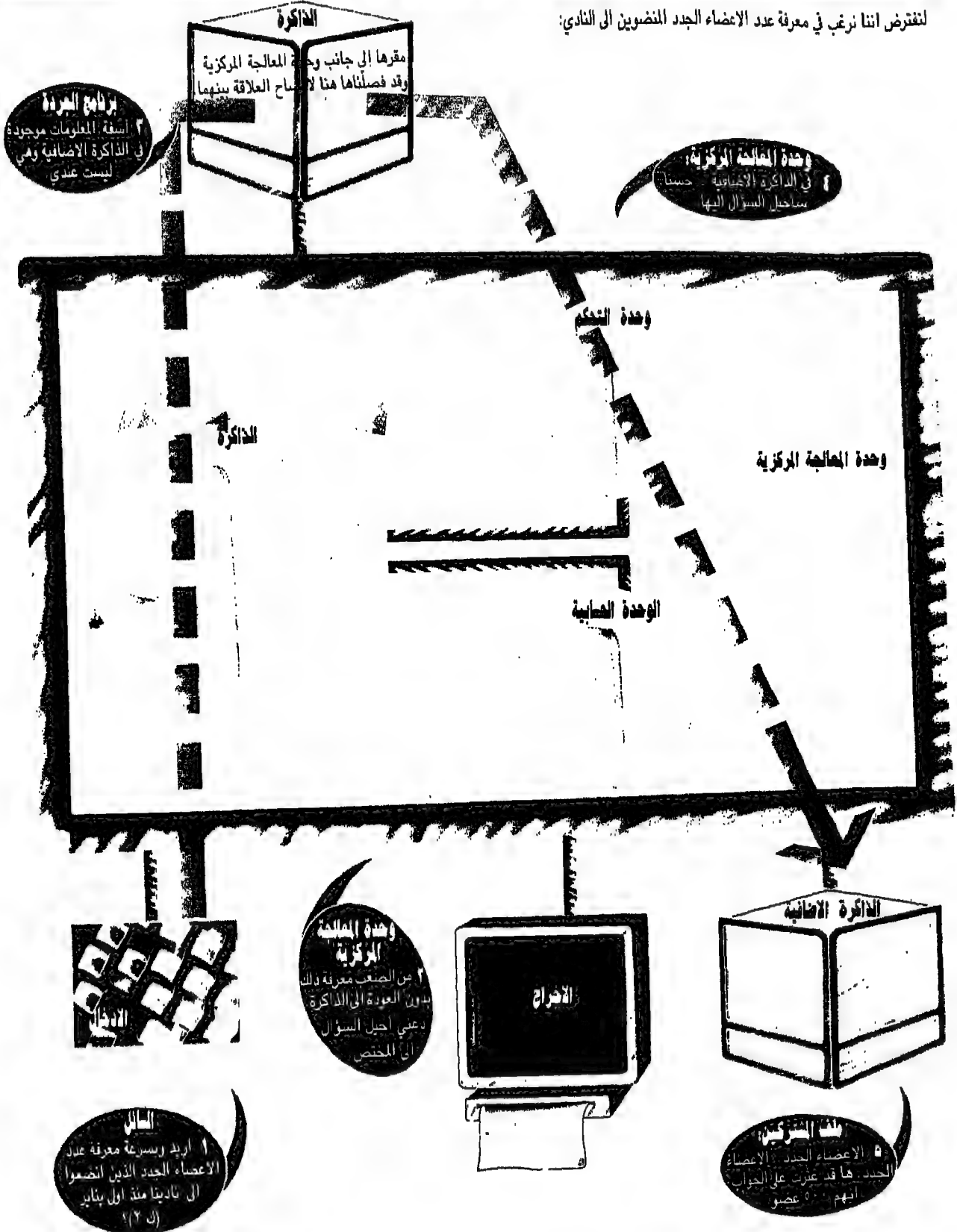
في الحلقة الثانية هذه نعرض لكيفية عمل الكمبيوتر والعلاقة  
التفاعلية الأساسية بين المعدات والبرامج. كما نتعرف إلى الخطوة  
الأولى في تشغيله وهي كيفية إدخال البيانات وطرق تخزينها. وتبعاً  
لنوعية العلاقة بين البرامج والمعدات فإن كل نظام كمبيوترى يكون  
محدداً بموجب البرنامج التطبيقي، للقيام بمهام معينة. ولنشرح ذلك  
بمثال نتصور فيه حواراً بين مختلف أقسام (أي مكونات) الكمبيوتر.  
يقوم السائل بتوجيه سؤاله إلى وحدة المعالجة المركزية التي تبحث عن  
المعلومات فتجدها في الذاكرة الإضافية حيث يستقر ملف قائمة  
المشاركين.

تناولت الحلقة الأولى شرح ما هو الكمبيوتر ومما يتألف والمعدات  
الأساسية الداخلة في تكوينه بقصد إعطاء فكرة عامة عن هذا الجهاز.  
وللتذكير نكرر بأن الكمبيوتر يقوم بعدد من العمليات الحسابية كالجمع  
والطرح والضرب والقسمة، كما ويقوم بعدد من العمليات المنطقية  
كالتعادل والمفاضلة (أصغر من / أكبر من). وانطلاقاً من هذه العمليات  
فإن الكمبيوتر قادر على معالجة ما نقدم له من بيانات. ولكنه يحتاج،  
للقيام بذلك، إلى برامج. هذه البرامج تمكنه في صورة خاصة من معالجة  
المتغيرات، وفرز البيانات والبحث عنها، ثم المقارنة بين البيانات أو  
تكرار بعض الإجراءات، وأخيراً وليس آخراً العمليات الحسابية.



## العلاقة بين المعدات والبرامج

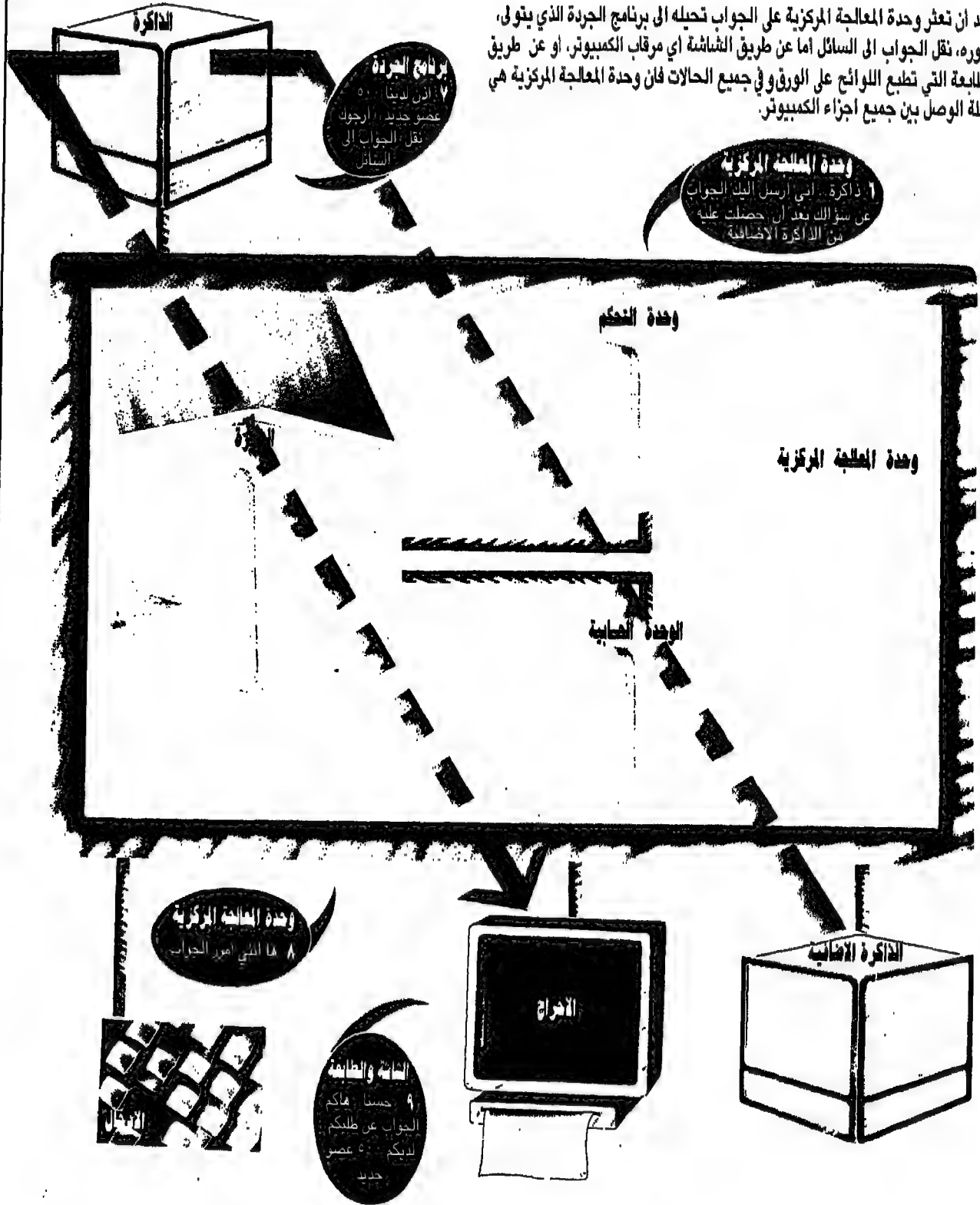
لنفترض أننا نرغب في معرفة عدد الأعضاء الجدد المنضمين إلى النادي:





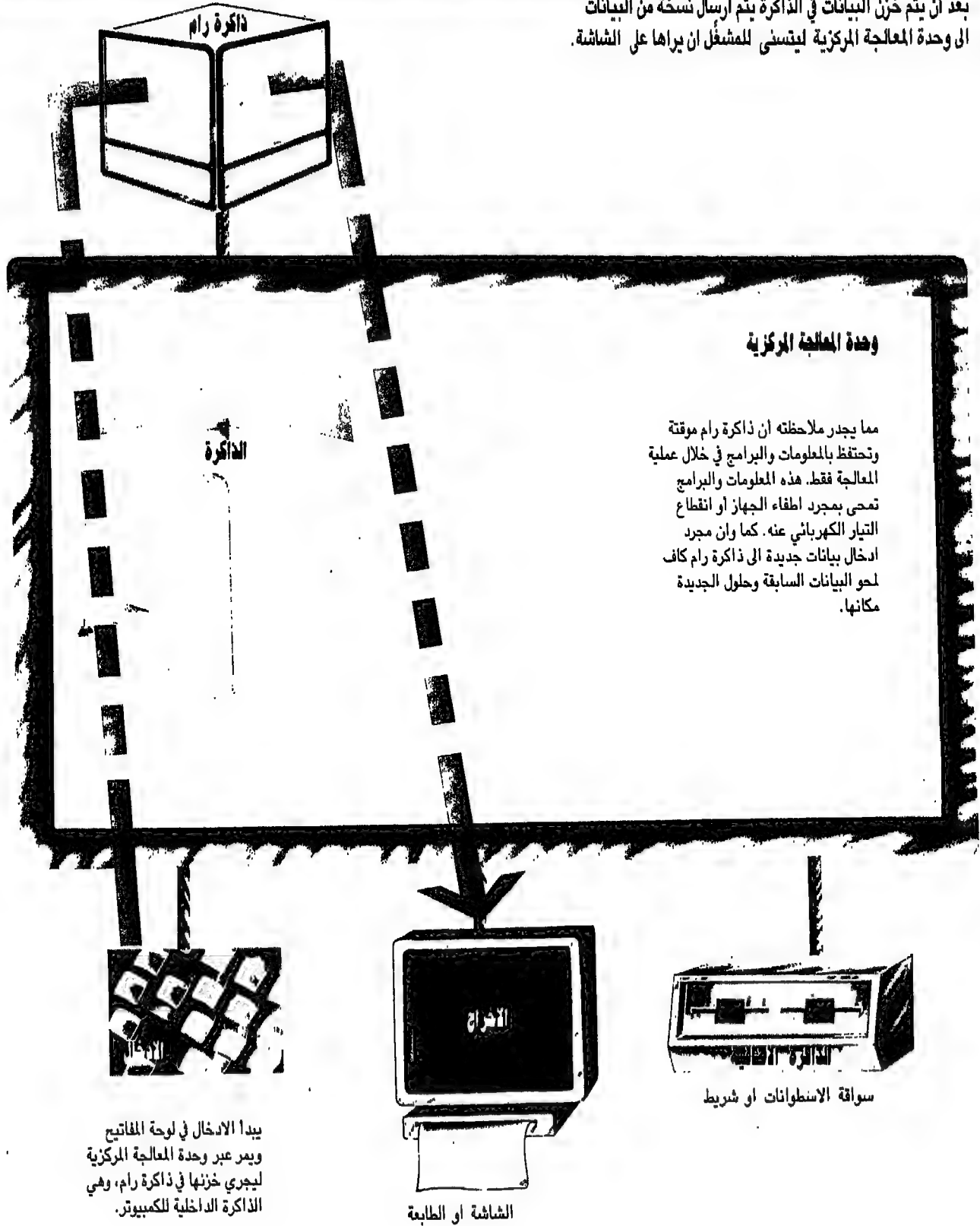
إننا نلاحظ أن برنامج الجردة (وهو بالطبع برنامج تطبيقي) يتولى توجيه المُعدّات الكمبيوترية، وهو يقوم بالاتصال بجميع مكونات الكمبيوتر بواسطة نظام التشغيل. كما نلاحظ أن الوحدة التي تبدو محورية في دورة عمل الكمبيوتر هي وحدة المعالجة المركزية التي تُوجّه جميع التعليمات والبيانات إلى وجهاتها.

بعد أن نعثر وحدة المعالجة المركزية على الجواب تحيله إلى برنامج الجردة الذي يتولى بدوره، نقل الجواب إلى السائل إما عن طريق الشاشة أي مراقب الكمبيوتر، أو عن طريق الطابعة التي تطبع اللوائح على الورق وفي جميع الحالات فإن وحدة المعالجة المركزية هي صلة الوصل بين جميع أجزاء الكمبيوتر.



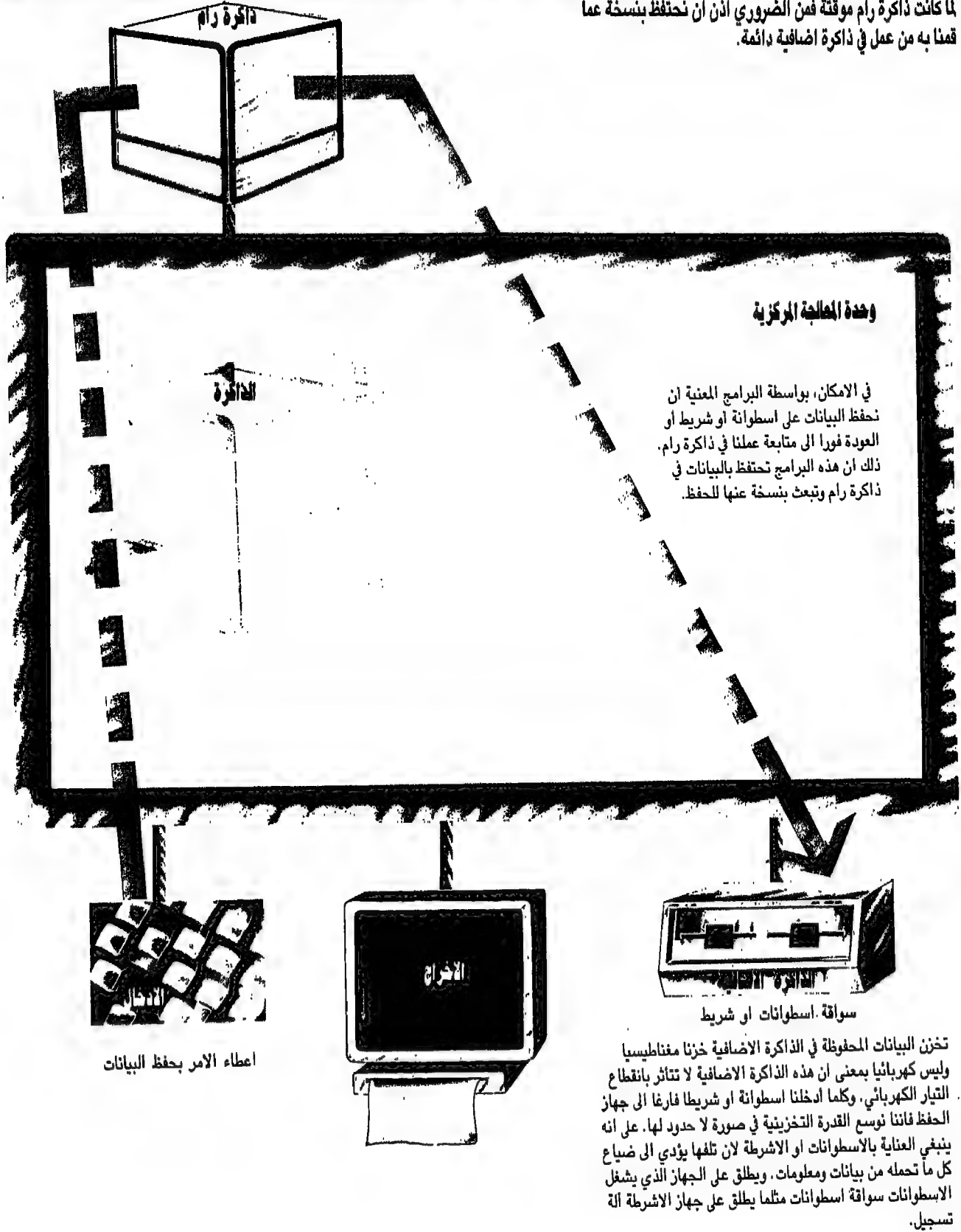
## ادخال البيانات

بعد أن يتم تخزين البيانات في الذاكرة يتم إرسال نسخة من البيانات إلى وحدة المعالجة المركزية ليتسنى للمشغل أن يراها على الشاشة.



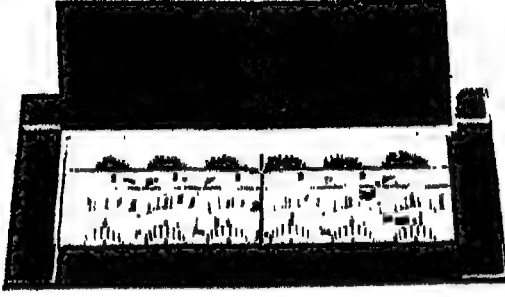
## حفظ البيانات

لما كانت ذاكرة رام مؤقتة فمن الضروري ان نحفظ بنسخة عما قمنا به من عمل في ذاكرة اضافية دائمة.



## المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (٢)

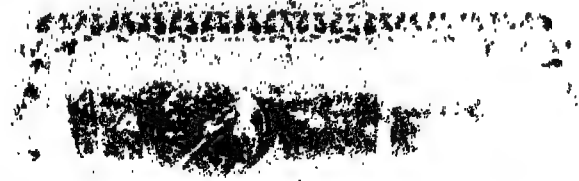
### حاسبة بسكال (Pascal's Calculating Machine) (١٦٤٢)



تعمل بمبدأ الدولاب واللسان. كل دولاب مرقم من صفر لغاية ٩ (كقرص الهاتف). تدوين الأرقام المطلوبة على الدولاب. وكل دولاب له قيمة عددية أي خانة. فهناك خانة للأحاد وأخرى للعشرات... حينما يدور قرص الأحاد ويتجاوز الرقم ٩ يدور دولاب العشرات سنا واحدة، بصورة تلقائية وهكذا دولابك ويتم الجمع بواسطة سلسلة عمليات يدوية تكرارية مضمنة ومعقدة حينما يتعدى الأمر الجمع.

### حاسبة لايبنتز (Leibnitz Calculating Machine) (١٦٧٣)

امتازت على حاسبة بسكال بكونها كانت تقوم بعمليات الجمع والضرب والقسمة بسهولة وسرعة. تألفت من ثلاثة أجزاء كل واحد منها يختص بنوع من العمليات الحسابية. كما كانت تحوي، للمرة الأولى، قسما متحركا شبيها بأسطوانة الآلات الحاسبة والكتابة. كما زودت برافعة يدوية لجعل العمليات الحسابية المتكررة آلية تلقائية.



### نول جاكارد (Jacquard Loom) (١٨٠٤)



تمثل هذه الآلة بداية الأثر الكبير الذي خلفته الآلات غير الحسابية على ظهور الكمبيوتر. وآلة جاكارد نول يعمل أوتوماتيكيا ويتعامل خلال عمليات الحياكة مع رسومات بالغة التعقيد بمجرد ابدال شرائط مثقبة. تتحكم بكل قذفة من قذفات المكوك الحائك. وكان يكفي تبديل الشرائط لتغيير انماط الحياكة. ومن هذه الآلة أخذت فكرة البطاقات المثقبة التي استعملت في أوائل عهد الكمبيوتر.

### آلة التفاضل (باباج) (Babbage's Difference Machine) (١٨٢٢)

صممت لتقوم بعمليات الحساب والطباعة نقلا عن جداول رياضية معقدة. تعثر انتاجها ولم تتعد مراحلها الأولى. وكانت كل محاولة لصنعها تجر الى سلسلة تعديلات واعادة تصميم. وبعد عقد كامل من المحاولات توقف الدعم الحكومي المكلف وصرف النظر عن المشروع. تقني طباعي سويدي يدعى بيهر شوتز (Pehr Georg Scheutz) أطلع على التصميم واستطاع صنع جهاز معدل ناجح بتوجيه من باباج تم عرضه كأول آلة حاسبة طابعة في لندن عام ١٨٥٤.



## نسخ البيانات من اسطوانة الى اسطوانة اخرى

هناك احتمال فقدان البيانات نتيجة لفقدان الاسطوانة او تلفها، فانه وري الاحتفاظ بنسخة اخرى من الاسطوانة منسوخة في اكملها،  
ظ بها، بالطبع، في مكان آمن.

ان معظم انظمة التشغيل وبعض البرامج التطبيقية تتضمن الاجراءات اللازمة التي تجعل عملية النسخ يسيرة جدا

ذكرة رام  
يتم دائما حفظ  
البيانات في ذاكرة  
رام حينما يتم  
نقلها من مكان  
الى آخر

وحدة المحاسبة المركزية

البيانات المنوي  
نسخها محفوظة على  
اسطوانة (ا)

سواقة الاسطوانات

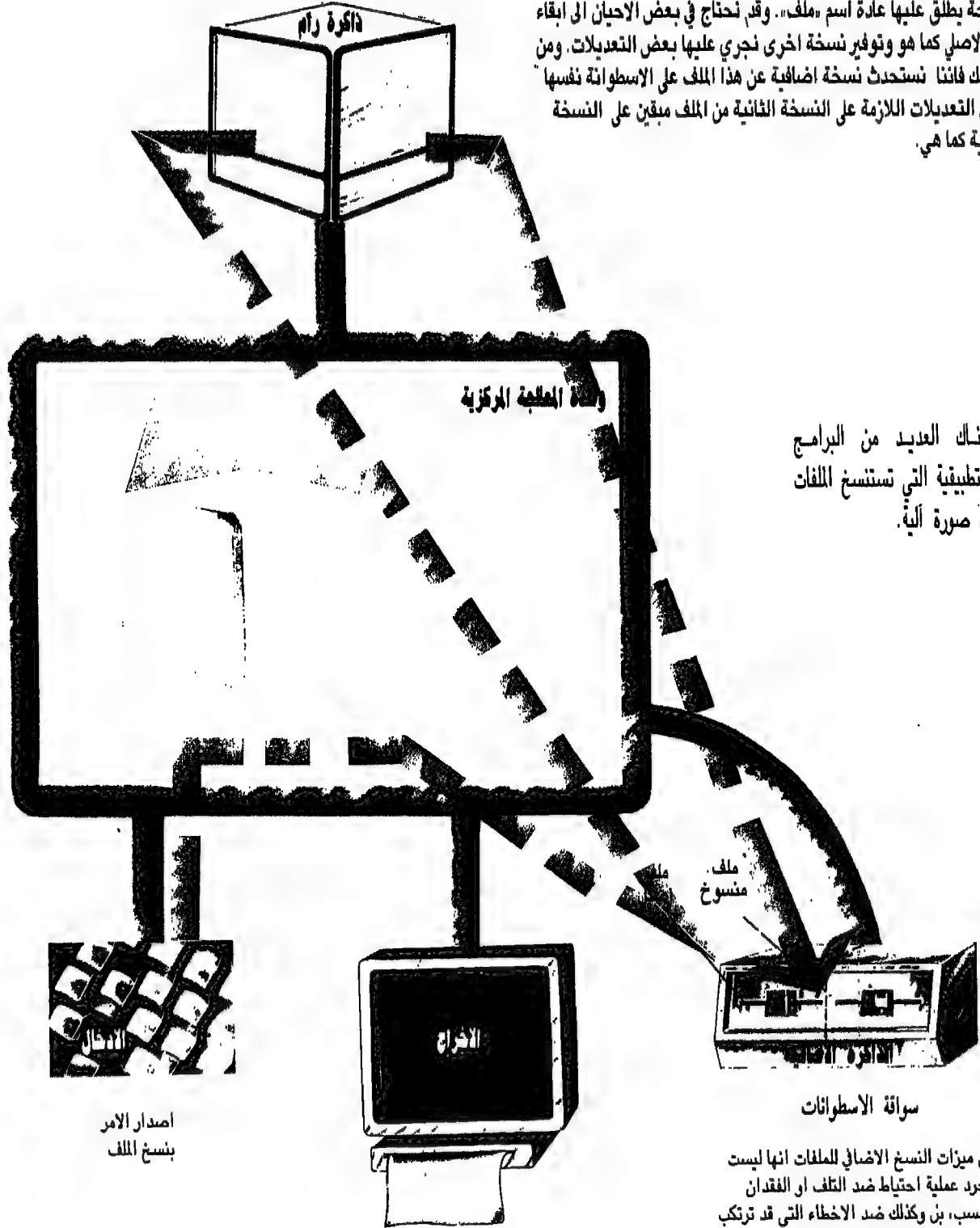
افعة جديدة  
البيانات  
اسطوانة (ب)

اصدار الامر  
بنسخ الاسطوانة

الاخراج

## نسخ البيانات نسخ ملف بأكمله

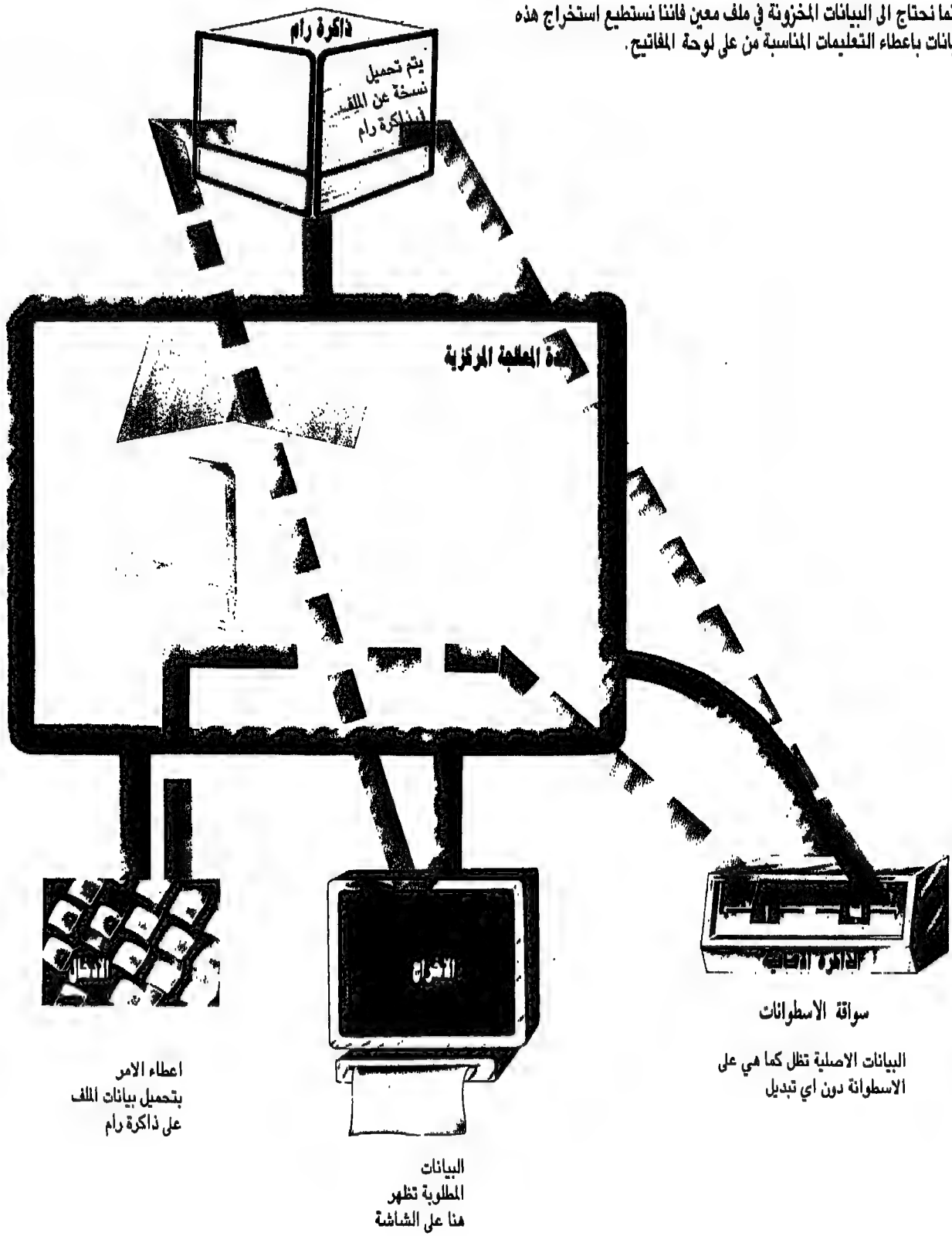
في هذه المرحلة ينبغي أن نعلم أن البيانات المحفوظة على اسطوانة تكون مخزنة في فسحة يطلق عليها عادة اسم «ملف». وقد نحتاج في بعض الأحيان إلى إبقاء ملفنا الأصلي كما هو وتوفير نسخة أخرى نجري عليها بعض التعديلات. ومن أجل ذلك فإننا نستحدث نسخة إضافية عن هذا الملف على الاسطوانة نفسها فندخل التعديلات اللازمة على النسخة الثانية من الملف مبقيين على النسخة الأصلية كما هي.



اصدار الامر  
بنسخ الملف

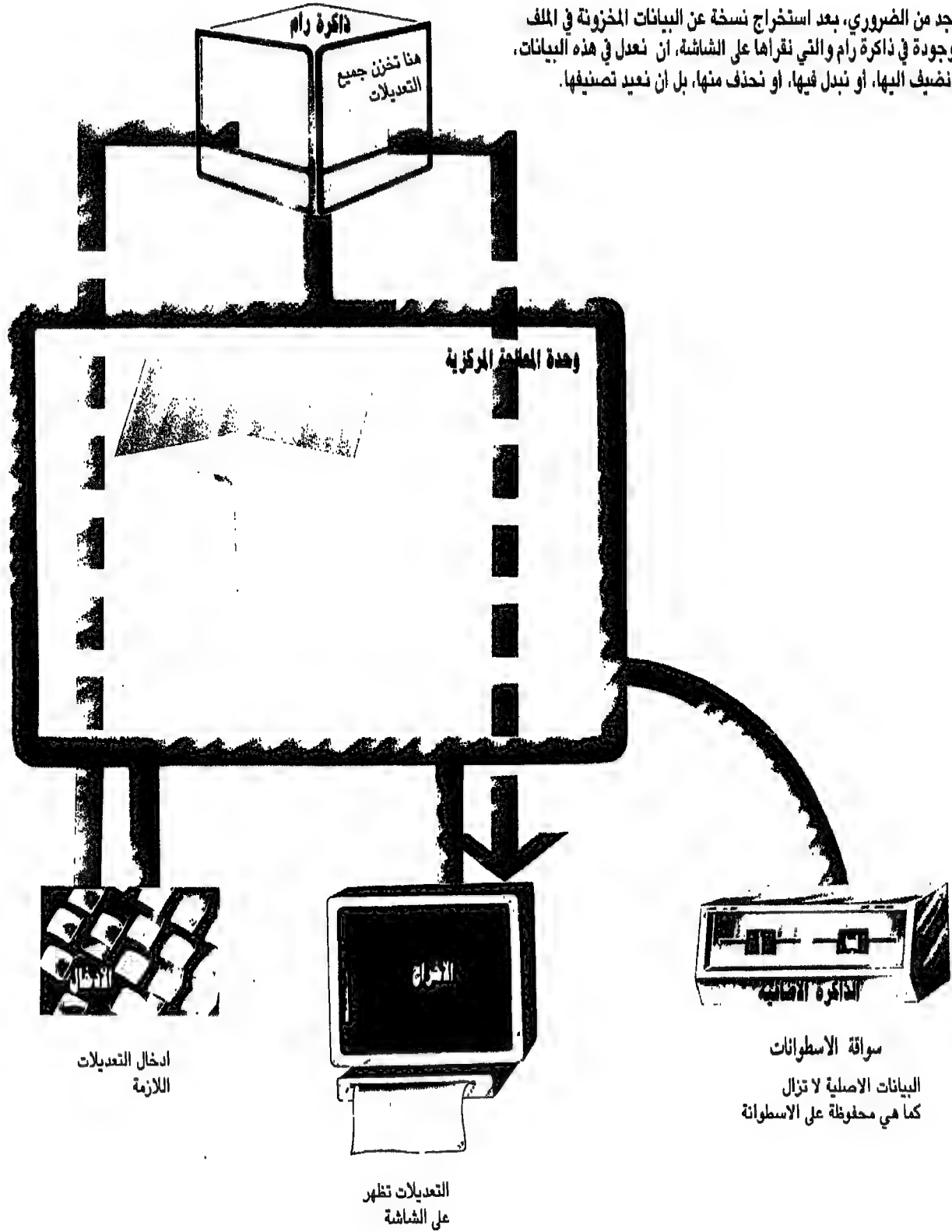
## استخراج البيانات المخزونة على الاسطوانة

حينما نحتاج الى البيانات المخزونة في ملف معين فاننا نستطيع استخراج هذه البيانات باعطاء التعليمات المناسبة من على لوحة المفاتيح.



## تعديل البيانات المستخرجة

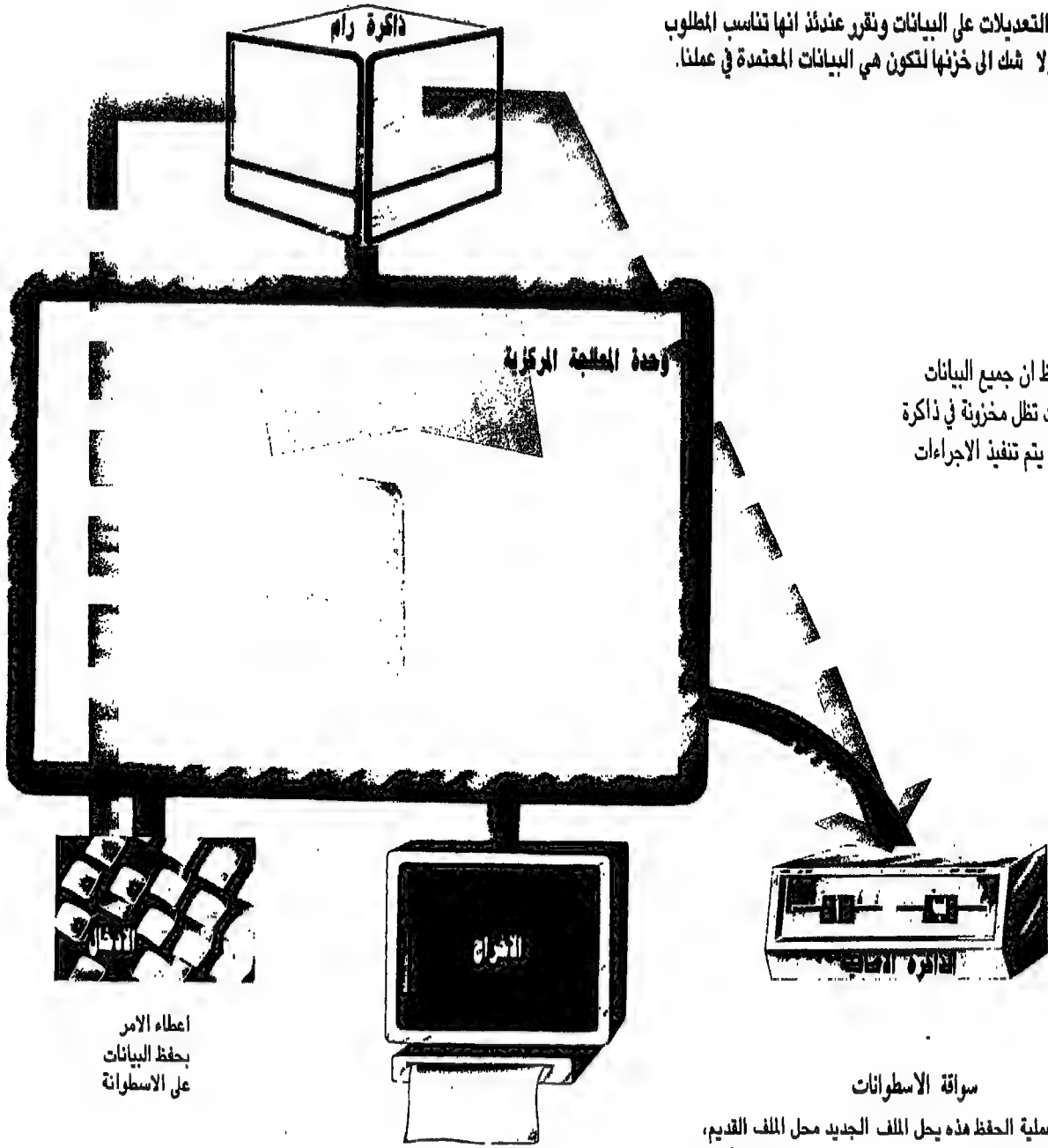
قد نجد من الضروري، بعد استخراج نسخة عن البيانات المخزنة في الملف والموجودة في ذاكرة رام والتي نقرأها على الشاشة، أن نعدل في هذه البيانات، كان نضيف اليها، أو نبدل فيها، أو نحذف منها، بل أن نعيد تصنيفها.





## حفظ البيانات المعدلة

بعد أن نجري التعديلات على البيانات ونقرر عندئذ أنها تناسب المطلوب  
سوف نحتاج ولا شك إلى تخزينها لتكون هي البيانات المعتمدة في عملنا.



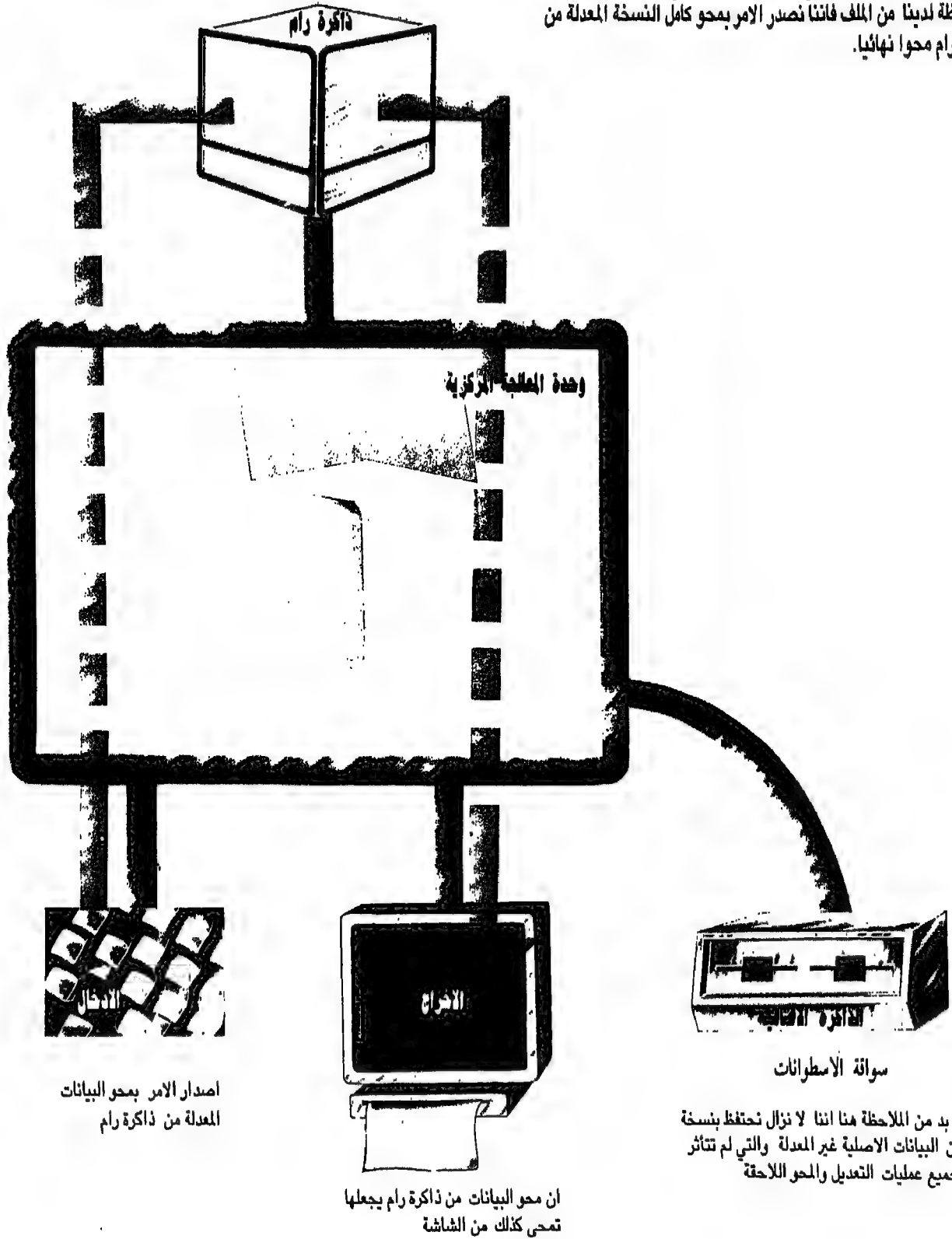
من الملاحظ أن جميع البيانات  
والتعليمات تظل مخزنة في ذاكرة  
رام عندما يتم تنفيذ الإجراءات  
المطلوبة

### سواقة الاسطوانات

في خلال عملية الحفظ هذه يحل الملف الجديد محل الملف القديم،  
فيمحوه ويستقر بدلا منه. وهكذا يصبح لدينا ملفان واحد أصلي،  
إذا كنا قد احتفظنا بنسخة عن الملف الأصلي، وآخر معدل وكلامهما  
صالحان للعمل بحسب مقتضى الحال

## تعديل البيانات دون حفظها

خلافًا للامر وفي حال لم نرغب في حفظ التعديلات التي أجريناها على النسخة المحفوظة لدينا من الملف فإتينا نصدر الامر بمحو كامل النسخة المعدلة من ذاكرة رام محو نهائيًا.





|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

في الفصول الثلاثة الماضية عرضنا ما هو الكمبيوتر ومما يتألف وكيفية عمله وطريقة إدخال البيانات وحفظها وتعديلها. وقد أصبحنا جاهزين الآن للانتقال إلى محطة أخرى في فهمنا للكمبيوتر وهي لغات الكمبيوتر ابتداءً بالنظام الرقمي الثنائي والرموز الموضوعة للأحرف والأرقام وطريقة تحويلها تمهيداً لفهم لغات البرمجة. لكن قبل الانتقال إلى هذه المحطة الجديدة، فإننا سوف نعرض في فصلين جديدين نظرة أكثر عمقاً لمكونات الكمبيوتر وطريقة عمله. ورغم أننا نعتبر هذين الفصلين ضروريين وأن فهمهما ميسر بعد الفصول التمهيديّة الأولى فإن التعمق فيها هو خيار حرّ وفي إمكان من شاء تجاوزهما بانتظار بلوغنا مرحلة اللغات التي يستعملها الكمبيوتر.

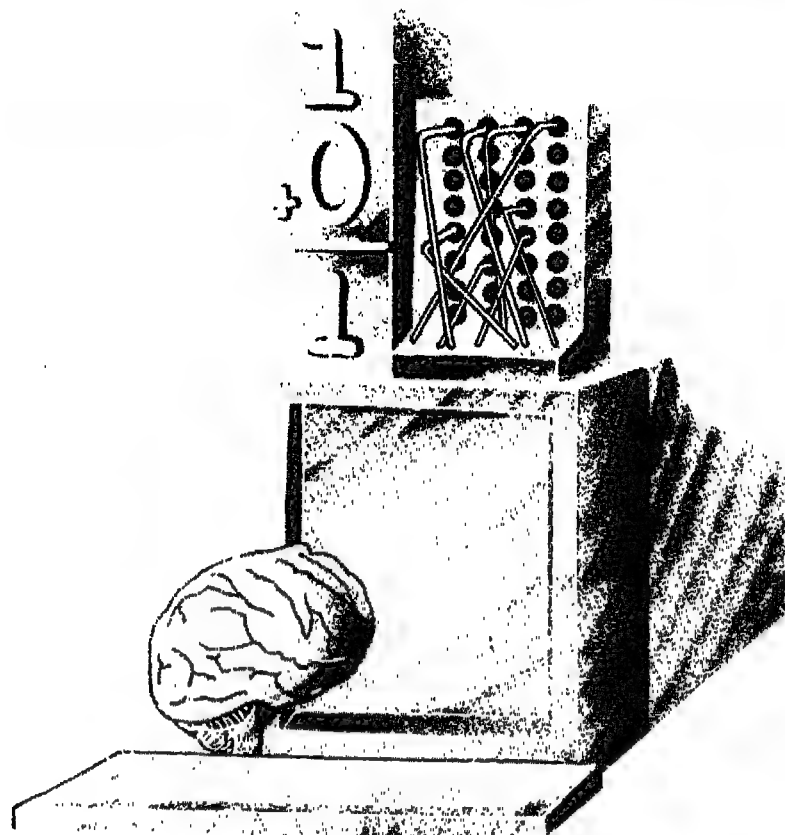
## مكونات الكمبيوتر

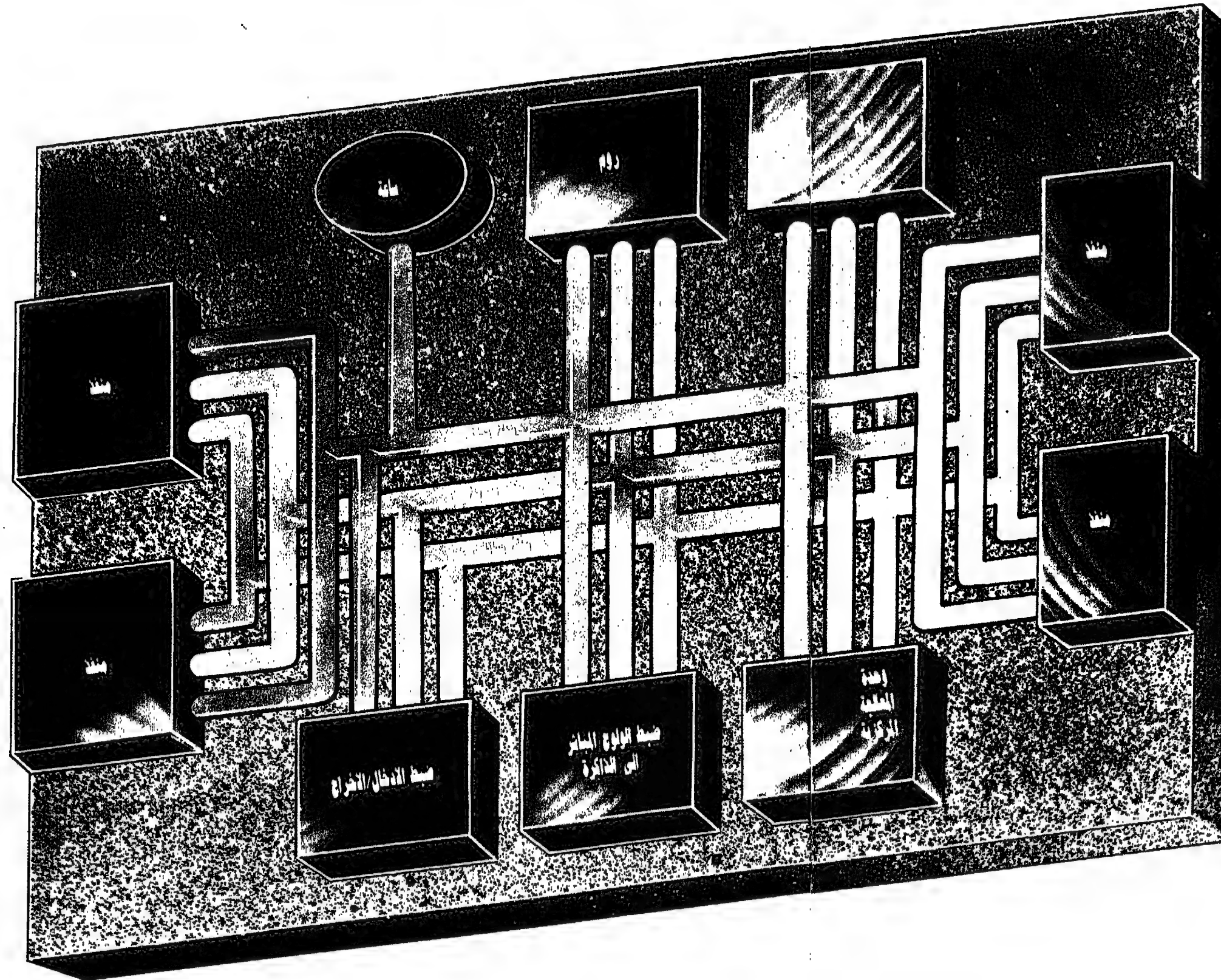
## الفصل الرابع

هناك جملة عناصر تدخل في تصميم جميع الكمبيوترات صغيرة كانت أم كبيرة، ومن دونها لا يستطيع الكمبيوتر أن يعمل أي لا يمكنه القيام بأعماله الأساسية. ومع أن هذه المكونات تختلف في الحجم بين جهاز وآخر فإن لكل منها وظيفة واحدة لا تتبدل بين جهاز وآخر.

العنصر الرئيسي في كل كمبيوتر هو وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit - CPU) التي هي بمثابة نواة الكمبيوتر بل دماغه والتي تتولى تنفيذ التعليمات وتوجيه حركة البيانات (Data) في خلال عملية المعالجة (Processing). تتولى هذه الوحدة تنسيق حركة المعلومات والقيام بالعمليات الحسابية والمنطقية الفعلية. وهي مصممة بحيث تستطيع أن تتعرف إلى مجموعة التعليمات المعينة التي تردّها على شكل شيفرة الكترونية وتبلغها بما ينبغي عليها أن تقوم به من مهام محددة.

وتعتمد وحدة المعالجة المركزية على المعلومات والتعليمات المخزونة في نوعين من الذاكرة الكمبيوترية، وهما ذاكرة «روم» (Read - Only Memory - ROM) وذاكرة «رام» (Random Access Memory - RAM). الأولى تظل فيها محتوياتها في صورة





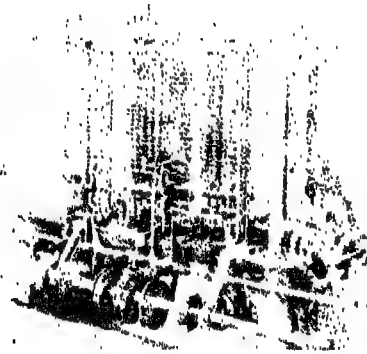
دائمة ويدون تبدل حتى عندما يتم توقيف الجهاز أي اطفأؤه. والثانية تتضمن معلومات يمكن تبديلها بحسب الطلب وتمحى من الذاكرة بمجرد اطفاء الجهاز. إضافة الى ذلك يتضمن الكمبيوتر ساعة (Clock). هذه الساعة مهمتها توقيت العمليات الداخلية بواسطة نبضات تصدرها. كما يتضمن الكمبيوتر سككا (Buses)، وهي الدارات الالكترونية (Circuits) التي تربط مكونات الكمبيوتر بعضها ببعض الآخر مما يجعلها أشبه بسكة تنقل بواسطتها التعليمات والبيانات من مكان الى آخر داخل الكمبيوتر. كذلك يتضمن الكمبيوتر منافذ (Ports) للدخال (Input) والايخراج (Output) والتي يتم عبرها دخول وخروج البيانات من وإلى الكمبيوتر.

على أن بعض الكمبيوترات تتضمن إضافة الى ذلك اداة تحكم (Control). الاولى تحكم وحدة الادخال والايخراج (I/O Controller) وغالبا ما توجد في الكمبيوترات التي يستعملها أكثر من شخص في الوقت ذاته ومهمتها تخفيف الضغط عن وحدة المعالجة المركزية بأن تتولى العمليات الروتينية في مجال الادخال والايخراج. والثانية وحدة تحكم الولوج المباشر للذاكرة (Direct Memory Access - DMA) ومهمتها أن تتجاوز عند اللزوم وحدة المعالجة المركزية وتأمين اتصالات مباشرة بين ذاكرة «رام» والاجهزة الطرفية. وهكذا فحينما ترد الى الكمبيوتر معلومات خارجية عبر منافذ الادخال والايخراج فانها تعبر السكك نحو وحدة المعالجة المركزية التي تخزن البيانات في ذاكرة «رام».

وقد تستخرج وحدة المعالجة المركزية هذه البيانات في وقت لاحق من أجل المعالجة وذلك استنادا الى التعليمات المحددة المخزونة في الذاكرة، كما ويمكن الاحتفاظ بنتائج المعالجة في الذاكرة أو ارسالها بواسطة منفذ الاخراج الى جهاز طرفي كذاكرة إضافية ليجري خزنها، أو الى الطابعة لطباعة النتائج، أو الى جهاز آلي كالراديو لتملي عليه القيام بعمل معين، أي ان يعمل في ساعة معينة.

## الحواسيب التاريخية المشهورة (٣)

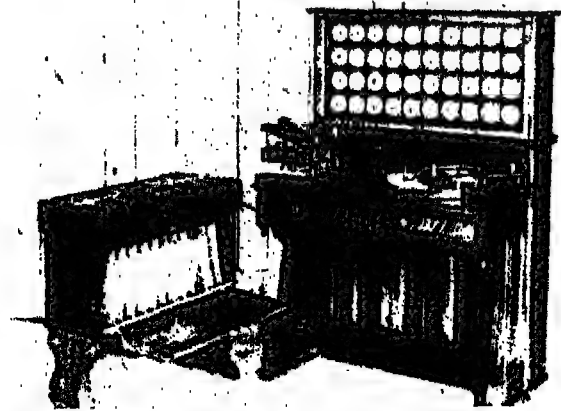
### الآلة التحليلية (باباج) (Babbage's Analytical Machine) (١٨٣٤).



لم يثن فشل باباج في صنع آلة التفاضلية عن تصميم آلة أخرى أكثر تعقيدا. كان الهدف من التصميم الجديد عدم الاختصار على نوع واحد من العمليات الحسابية بل تعداه الى تمكين الآلة من القيام بمهام عدة استنادا الى تعليمات المشغل. وبذلك حملت هذه الآلة بذور الكمبيوتر المبرمج المتعدد المهام. لكن امكانات ذلك العصر جعلت من المستحيل صنع الآلة. ويكفي ان حجمها كان سيصل الى حجم قطار.

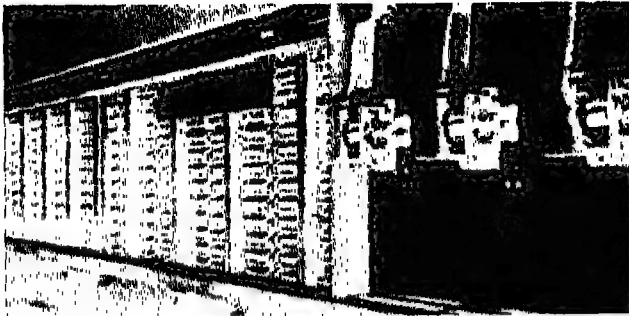
### مبّوّب هولاريث (Hollerith Tabulator) (١٨٩٠)

آلة حسابية تعمل بالبطاقات المثقوبة صممت ونفذت بنجاح واستخدمت في احصاء سكان الولايات المتحدة عام ١٨٩٠. كان قوام الآلة ابر معدنية تتبّع الثقوب وتمر فيها لتغلق دائرة كهربائية متصلة بسلسلة ساعات مرقمة تفيد كل منها الى الرقم الذي سلكت الابرة عبره.



### حاسبة هارفارد «مارك ١» (Harvard Mark 1) (١٩٤٣)

صنعها هوارد ألكن (Howard Aiken)، من جامعة هارفارد، بالاشتراك مع شركة «آي. بي. إم» وهي تعمل بمبدأ البطاقات المثقوبة وتستطيع طباعة النتائج بواسطة آلة كاتبة حرارية. وكانت تقوم بالعمليات الحسابية الاربع من جمع وطرح وضرب وقسمة وكذلك تحليل الجداول الحسابية بسرعة ١٠ عمليات جمع في الثانية. ورغم انها كانت آلة ميكانيكية حرارية فقد شكلت محطة رئيسية في تقريب موعد ظهور الكمبيوتر الالكتروني. وقد بلغ طولها حوالي ١٥ مترا وارتفاعها ٢,٤ امتار.



### كمبيوتر انياك (ENIAC) (١٩٤٦)

اول كمبيوتر الكتروني. صنعه برسير ايكرت (Presper Eckert) وجون موكلي (John Mauchly) من جامعة بنسلفانيا. وكان جهازا متعدد الاغراض قادرا على انجاز ٥٠٠٠ عملية جمع في الثانية الواحدة وهي سرعة تعادل الف ضعف سرعة الآلات الحاسبة الميكانيكية الحرارية المتوافرة في السوق آنذاك. وكان قوام الآلة ١٨,٠٠٠ انبوب مفرغ متصلة بنصف مليون وصلة لحام وبلغت زنتها ٣٠ طنا واحتلت مساحة ٧ x ١٥ مترا مربعا.



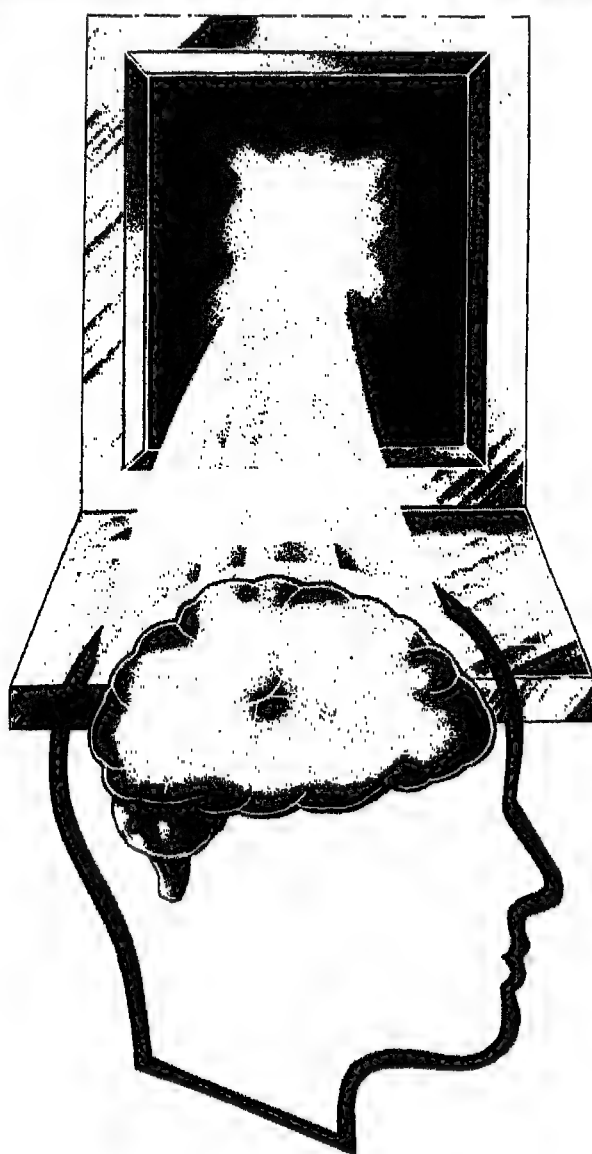


|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

في عرض تذكيري للفصول الثلاثة الأولى الأساسية والتي تناولت ماهية الكمبيوتر ومكوناته وكيفية عمله، تناولنا في الفصل السابق مراجعة معمقة لمكونات الكمبيوتر، ونتابع في هذا الفصل المراجعة بعرض دور البرامج في إدارة الكمبيوتر وتجميع مختلف مكوناته في نظام واحد مهيئ علاقة هذه المكونات بعضها ببعض.

## كيف تتولى البرامج زمام الأمور؟

### الفصل الخامس



يشبه البعض العلاقة بين البرامج والمعدات في الكمبيوتر بأنها أشبه بالعلاقة بين الروح والجسد. فالمعدات لا تستطيع أن تؤدي مهامها ما لم يتوافر للكمبيوتر برنامج يتولى الزمام ويملي عليها ما ينبغي أن تفعله.

وهي أي البرامج، تستطيع أن تقوم بذلك كونها مجموعة تعليمات وبيانات يتبعها الكمبيوتر لتنفيذ مهامه. وسواء أكان الكمبيوتر منزليا شخصيا أم كبيرا في وكالة فضائية فدور البرامج فيه واحد لا يتبدل مع فارق واحد هو أن البرامج في الكمبيوتر المنزلي قد تصل إلى مئات الأسطر وقد لا تتعدى بضعة أسطر. في حين أنها في وكالة الفضاء ومن أجل تنظيم رحلة مكوكية قد تصل إلى ما لا يقل عن نصف مليون تعليمة مستقلة تتراوح مهمتها بين مراقبة وتنظيم عمليات المكوك ابتداء باطلاقه والتحكم بطيرانه وانتهاء بأنظمة الحياة فيه. والواقع أن كتابة مثل هذه البرامج المعقدة يمكن اعتبارها من عجائب العالم المعاصر بل هي انجاز يوازي بناء الأهرامات رغم أن مكونات العمارة في البرامج هي خطوات منطقية وليست لبنات حجرية.

وينقسم أداء الكمبيوتر إلى ثلاث مراحل: الإدخال (Input) والمعالجة (Processing) والإخراج (Output). بمعنى أننا ندخل إلى الكمبيوتر بيانات (Data) معينة، حيث تتم معالجتها في طريقة معينة لتتوصل إلى نتائج معينة.

فأجهزة الإدخال كلوحات المفاتيح مثلا، تتيح تلقين المعلومات والبرامج للكمبيوتر. وتحتفظ ذاكرة الكمبيوتر الموقته «رام» بالمعلومات والبرامج في خلال عملية المعالجة، في حين أن أجهزة الإخراج تعرض النتائج. وفي بعض الحالات توجد أجهزة تخزين خارجية كالاسطوانة والاشربة تسمح لنا بأن نحتفظ بالمعلومات مخزنة لفترات طويلة في صورة الكترونية وعلى هيئة ملفات. وتتميز هذه الأجهزة بأنها تجمع بين مهام أجهزة الإدخال والإخراج معا، ذلك أن الكمبيوتر يستطيع أن ينسخ المعلومات المحفوظة على الاسطوانة وينقلها إلى الذاكرة الموقته لاتمام عملية المعالجة ومن ثم ينقل، من جديد، نتائج المعالجة على الاسطوانة أو الشريط لاعادة حفظها.

وتتألف البرامج عادة من مجموعة متتالية من هذه الشيفرات. وحينما نتولى تسيير البرنامج نقوم وحدة المعالجة المركزية بتنفيذ هذه التعليمات الواحدة تلو الأخرى في سرعة فائقة.

بعض البرامج الأساسية يخزن ضمنا في صورة دائمة في ذاكرة «روم» التي لا يمكن محوها أو الكتابة عليها. وحينما ندير الكمبيوتر نقوم



## السمية الكمبيوترية: دورة عمل كاملة

الرسم التخطيطي المرفق مع هذا النص يعطي فكرة واضحة عن دوائر الكمبيوتر الشخصي ومكوناته وعملياته. وأيا كان نوع الآلة وطرازها واسم الشركة المصنعة لها فهي واحدة من حيث التصميم والتكوين. والعمليات التي تجري فيها تتم وفق ما هو مبين في هذا الرسم. فهناك لوحة المفاتيح لادخال البيانات أو التعليمات، والمراقب الفيديوي (الشاشة) والطابعة وهما الوسيلتان النموذجيتان للاستحصال على

المعلومات. كما وأن معظم الأجهزة تحتاج الى ما يماثل سواقة اسطوانات، أي وسيلة للحصول على تسجيلات دائمة أو لتشغيل برامج إضافية. وفي كثير من الأحيان نحتاج الى جهاز موديم يسمح بإرسال المعلومات وتلقيها عبر خطوط الهاتف. وجميع هذه الأجهزة يتم ربطها بالجهاز الأساسي للنظام الكمبيوتر والذي بدوره، يحتوي على مكونات الكمبيوتر الإلكترونية والمبنية على لوحة الجهاز كما هي مضخمة

الاقسام التي تتطلب سرعات متفاوتة عن غيرها.

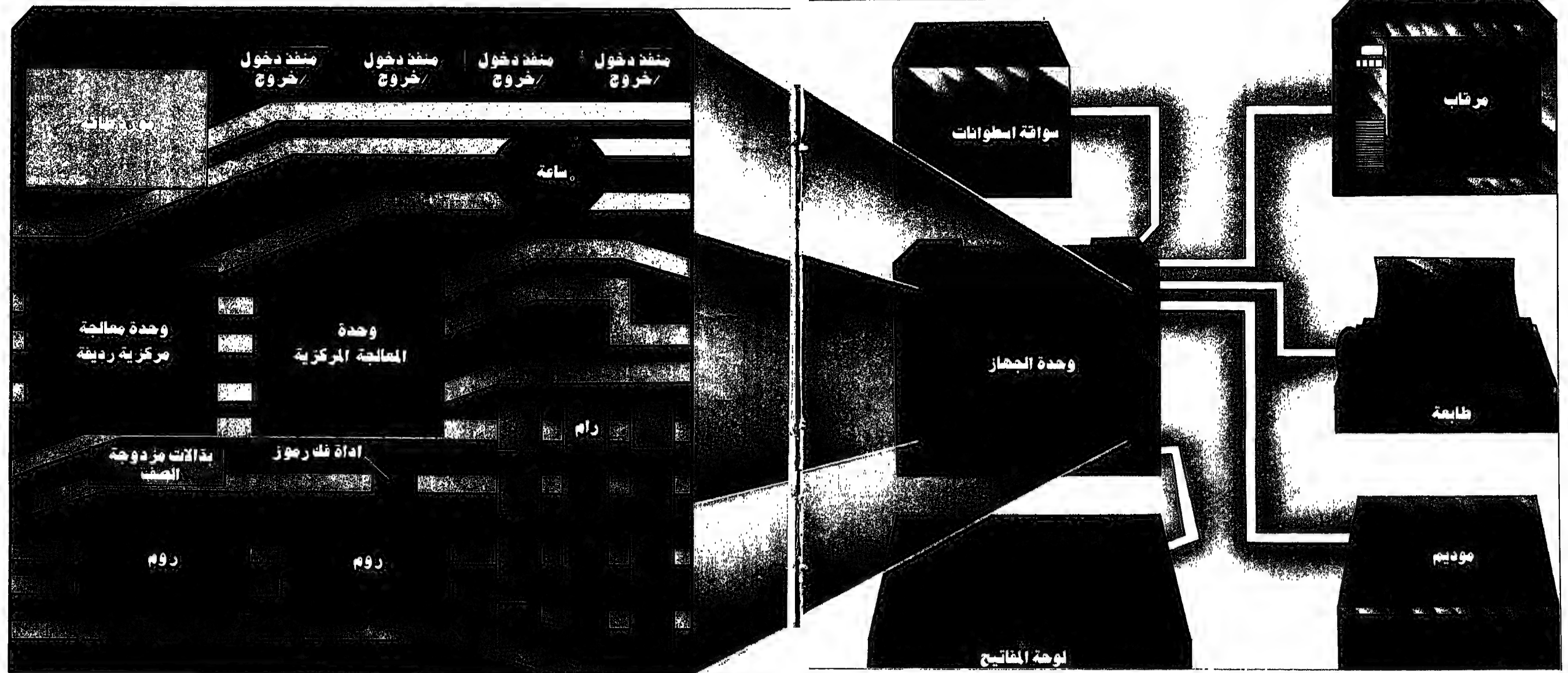
أما المنافذ التي يتم عبرها ادخال واخراج البيانات من الكمبيوتر فتقع بدورها على لوحة الجهاز وكذلك الأمر بالنسبة الى ذاكرتي روم ورام.

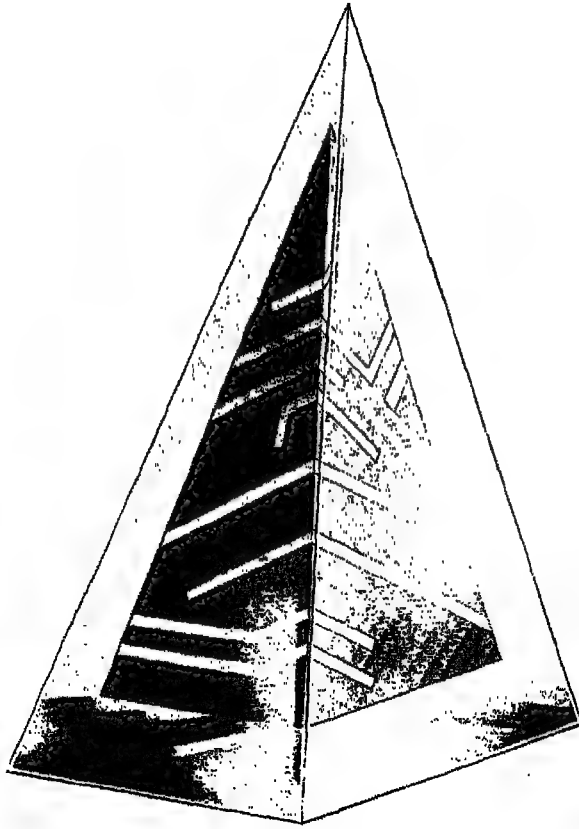
الى جانب ذلك تتضمن لوحة الجهاز عنصرًا رئيسيًا آخر هو مصدر طاقة كهربائية يتم بواسطته تحويل التيار المتناوب الى تيار دائم مستمر.

وتحتفظ شرائح الذاكرة بالمعلومات على صورة ارقام ثنائية هي البتات، والمرمزة على شكل شحنات كهربائية. ويتم حفظ هذه الشحنات في أماكن معينة، أو عناوين،

مختلف الدارات الإلكترونية في الكمبيوتر. فحينما ندير الجهاز تتأثر قطع الكريستال المحددة اطرافها في دقة بالتيار الكهربائي فيتشوه شكلها أو تأخذ بالارتجاج وبمعدل ثابت يصل أحيانًا الى ملايين المرات في الثانية الواحدة. عندها ومع كل اهتزاز يبيت الكريستال نبضة كهربائية ذات شدة كهربائية معينة (أي بقولت معين). هذه النبضات المنتظمة تتحكم بوتيرة العمل في الكمبيوتر وتضمن انتظام الدارات الكهربائية وعدم تخطيها الحدود المرسومة لها. على أن لبعض الساعات أكثر من نمط واحد من النبضات الكهربائية وهي معدة بهذا الشكل من أجل تنظيم عمل بعض

من كل شريحة، وعلى هيئة أرقام ثنائية أيضًا. وتخرج التعليمات من وحدة المعالجة المركزية على صورة شحنات كهربائية مرمزة لتبحث عن عناوين معينة. وحينما يتم العثور على المعلومات تعود بدورها كرموز كهربائية، الى وحدة المعالجة المركزية لمعالجتها. وتعتبر الرموز العنوانية على أسلاك متوازية يطلق عليها «سكك عنونة»، في حين تعبر المعلومات على «سكك بيانات»، وتتولى كل من أداة فك الرموز (DIP Switches) حل رموز العناوين وتوجيه النبضات الكهربائية الى وجهات سيرها.





عملية الإدخال على شاشة الكمبيوتر. وتتبدل الشاشة في صورة سريعة كلما قام البرنامج بتنفيذ جزء من مهامه متيحاً مجالاً سريعاً للتفاعل بين المستخدم والجهاز. وتتولى الطابعة (Printer) إصدار نسخة ورقية مادية للعمل المعالج. كما وتستطيع بعض الكمبيوترات عرض النتائج صوتياً بواسطة صوت اصطناعي أو بإشارات إلكترونية معدة خصيصاً للروبوتات أو الأقمار الاصطناعية والصواريخ وسفن الفضاء.

البرامج الضمنية هذه بتلقين وحدة المعالجة المركزية بالتعليمات الأولية اللازمة للانطلاق، كما وتفيدها بكيفية عثورها على نظام التشغيل (Operating System) الكائن على أسطوانة أو شريط ونقله إلى الذاكرة المؤقتة لاستعماله للمعالجة. وابتداءً من هذه اللحظة يتولى نظام التشغيل زمام الأمر في الكمبيوتر ويرسم لمشغل الكمبيوتر سلسلة الأوامر التي يحتاج إليها والتي يستجيب لها الكمبيوتر والتي تنتج للمشغل أن يتحكم بسير عمل الجهاز.

الإدخال: إن لوحة المفاتيح من أكثر الأجهزة شيوعاً على صعيد إدخال المعلومات والتواصل مع الكمبيوتر. فالبرنامج الذي يسير الآلة يستطيع أن يتعرف إلى التعليمات التي تلغنها للكمبيوتر والتي تكون عبارة على ضربات معينة على مفاتيح اللوحة معتبراً إياها أمراً معلوماً يتصرف بموجبه أو بيانات ينبغي معالجتها. ويمكن إدخال البرامج البسيطة بواسطة لوحة المفاتيح. على أن البرامج الطويلة والمعقدة تلقن لذاكرة الكمبيوتر بواسطة سواقة أسطوانات تقوم بنقل المعلومات المخزنة عليها إلى الآلة. وتعد هذه الأسطوانات على شكل خطوط دائرية تمكّنها من الاحتفاظ بما يسجل عليها من بيانات أو معلومات، على شكل إشارات مغناطيسية يستطيع الكمبيوتر قراءتها.

المعالجة: تتولى وحدة التحكم التي تتضمنها وحدة المعالجة المركزية توجيه خط سير العمليات، في حين تقوم الوحدة الحسابية المنطقية (Arithmetic Logic Unit) بأجراء الحسابات والعمليات المنطقية اللازمة. وحينما يكون الجهاز دائراً والبرنامج ناشطاً في الكمبيوتر، يستقر البرنامج في الذاكرة المؤقتة (رام) كي تتمكن وحدة المعالجة المركزية من جلب التعليمات في صورة متتالية واحدة تلو الأخرى. أما البرامج المستقرة في صورة دائمة في ذاكرة روم فهي تؤمن الأوامر اللازمة لإدارة الجهاز وتشغيله وكذلك التعليمات اللازمة لتأمين الاتصالات اللازمة مع أجهزة الإدخال والإخراج. وكثيراً ما تزود ذاكرة روم بأحدى لغات البرمجة (مثل لغة البيسيك (Basic) والتي تنتج للمشغل البرمجة المستقلة وكذلك القيام ببعض المهام كمعالجة الكلمات (Word Processing) وتحرير النصوص (Text Editing).

الإخراج: تنتج وحدة العرض المرئي أي الشاشة أو الرقاب (Video Monitor) رؤية نتائج العمليات التي تمت معالجتها في صورة تصويرية. ويقوم الكمبيوتر عادة بعرض ما تم إدخاله من تعليمات أو معلومات بواسطة لوحة المفاتيح بالإضافة إلى ردوده هو على





## كيف يبدو الكمبيوتر على الشريحة

لا تجتمع عادة جميع مكونات الكمبيوتر في شريحة واحدة بل تتوزع على عدة شرائح، حيث لكل شريحة وظيفتها المحددة. فالكمبيوتر المنزلي، على سبيل المثال، يتضمن ما لا يقل عن نصف دزينة شرائح، في حين أن حاسبة الجيب تجمع جميع الوظائف على شريحة واحدة. عندها تصبح هذه الشريحة أشبه بكمبيوتر كامل على شريحة. مثل هذه الشرائح الكلية تستعمل كذلك في أجهزة الهاتف والسيارات وبعض التطبيقات المنزلية والألعاب.

### الشرائح الكلية

إن هذه الشريحة الصغيرة (الصورة) هي نسخة حديثة لشريحة TM 1000 التي طورتها شركة «تكساس إنسترومنتس» في النصف الأول من السبعينات ولها أهمية تاريخية، إذ إنها أول شريحة تجمع جميع العناصر الأساسية للكمبيوتر. وكانت تباع آنذاك بسعر لا يتعدى ٦ دولارات. وقد جاء تصنيعها ليوسع من أفق استعمال الميكروالكترونيات ولتشمل بالتالي واجهات السيارات والتطبيقات المنزلية والهاتف وغير ذلك. والنموذج الذي نحن في صددده هو لحاسبة جيب لا يتعدى حجمه ٤ في المائة من بوصة مربعة مغطاة بغشاء بلاستيكي واق (رفع قليلا في الصورة لكشف رجه الشريحة) ومحاطة

باطار عنكبوتي الشكل مكون من موصلات معدنية لنقل الإشارات الكهربائية من الشريحة واليها. ويتصل الاطار بصفين من الاوتاد المعدنية التي تستعمل لتثبيت الشريحة في موقعها داخل الجهاز. وتضم هذه الشريحة:

١ - ذاكرة «روم» وتتضمن ١٠٢٤ بتا (كل ثمانية بتات تشكل حرفا اوركما في لغة الكمبيوتر الرقمية الثنائية، وكلمة Bit من Binary Digit اي الرقم الثنائي) هذه الذاكرة هي عبارة عن تعليمات مخزونة في صفة دائمة في الشريحة وتقليد لتشغيل الحاسبة.

٢ - ذاكرة «رام» وهي قادرة على خزن ٢٥٦ بايت بيانات تعتبر كافية لعمل الحاسبة.

٣ - ضابط مفكك الرموز (Control Decoder) مهمته فك رموز التعليمات المخزونة في ذاكرة «روم» وترجمتها الى خطوات مفصلة لتكون مفهومة لدى الوحدة الحسابية المنطقية.

٤ - وحدة حسابية منطقية تقوم بالعمليات الحسابية الفعلية. واداة فك الترميز والوحدة الحسابية المنطقية هما في الواقع وحدة المعالجة المركزية.

٥ - ساعة تصل الشريحة بقطعة من الكريستال المصنوع من الكوارتز، تنظم عند اهتزازها عمليات الشريحة في صورة منسقة.

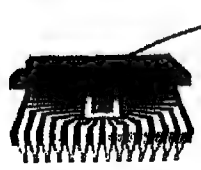
٦ - وحدة الإدخال والإخراج والتي تتولى الاتصالات بالاجهزة الموجودة في

الجزء الخارجي من الحاسبة كلوحة المفاتيح وشاشة العرض المكونة من الكريستال السائل.

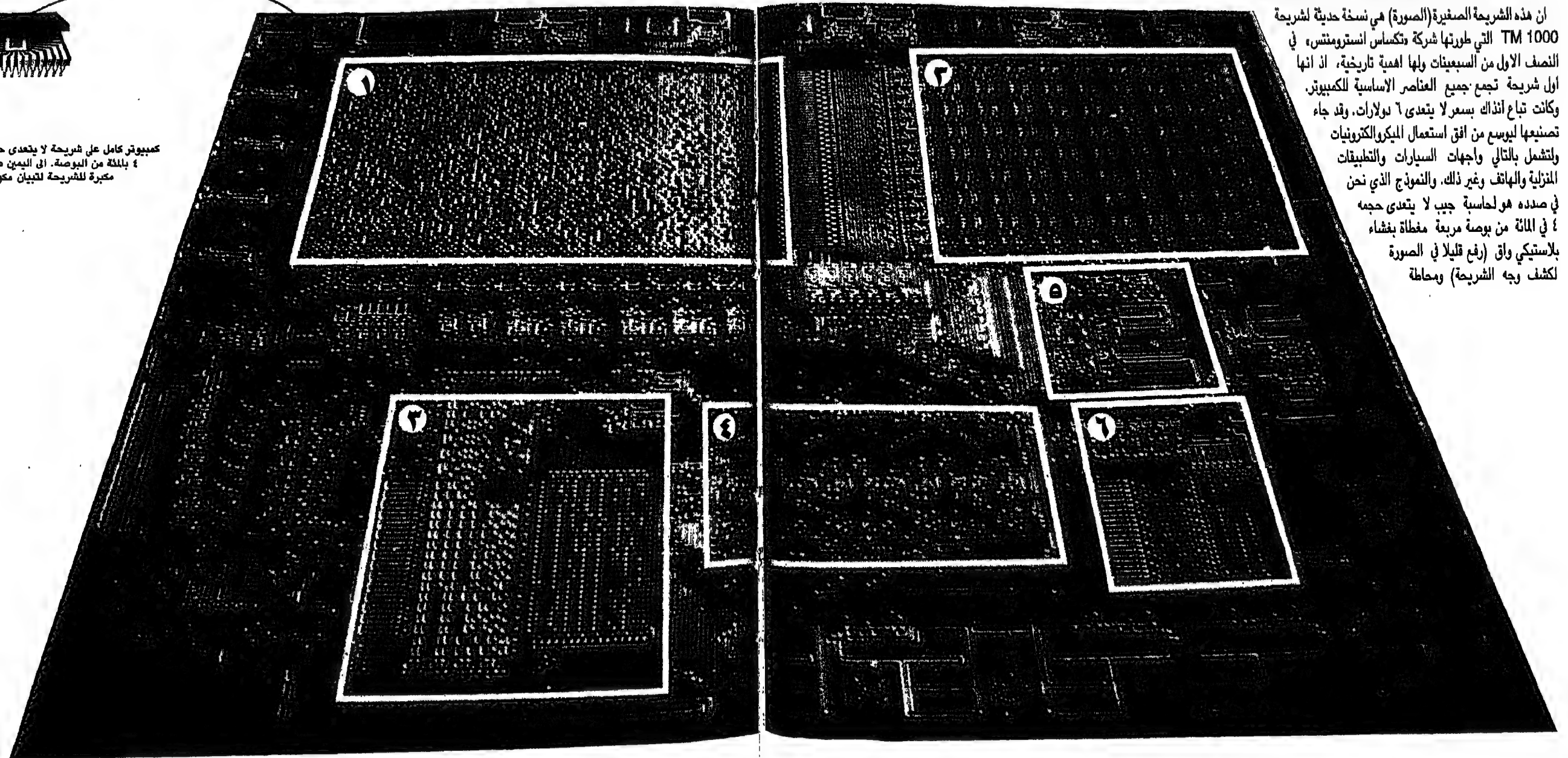
### شرائح الكمبيوتر المنزلي

إن الحد الأدنى من الشرائح الأساسية في كمبيوتر منزلي لا يقل عن ست، وهي:

\* شريحة الساعة (Clock Chip) تراقب النبضات المنتظمة الصادرة عن قطعة كريستال والتي تُهَيِّج كهربائيا، فتبث في دورها نبضات تؤدي الى توقيت ملايين العمليات الكمبيوترية التي لا تتعدى الواحدة منها بضعة اجزاء من الثانية.



كمبيوتر كامل على شريحة لا يتعدى حجمها ٤ بالمئة من البوصة. ان اليمين صورة مكبرة للشريحة لتبيان مكوناتها



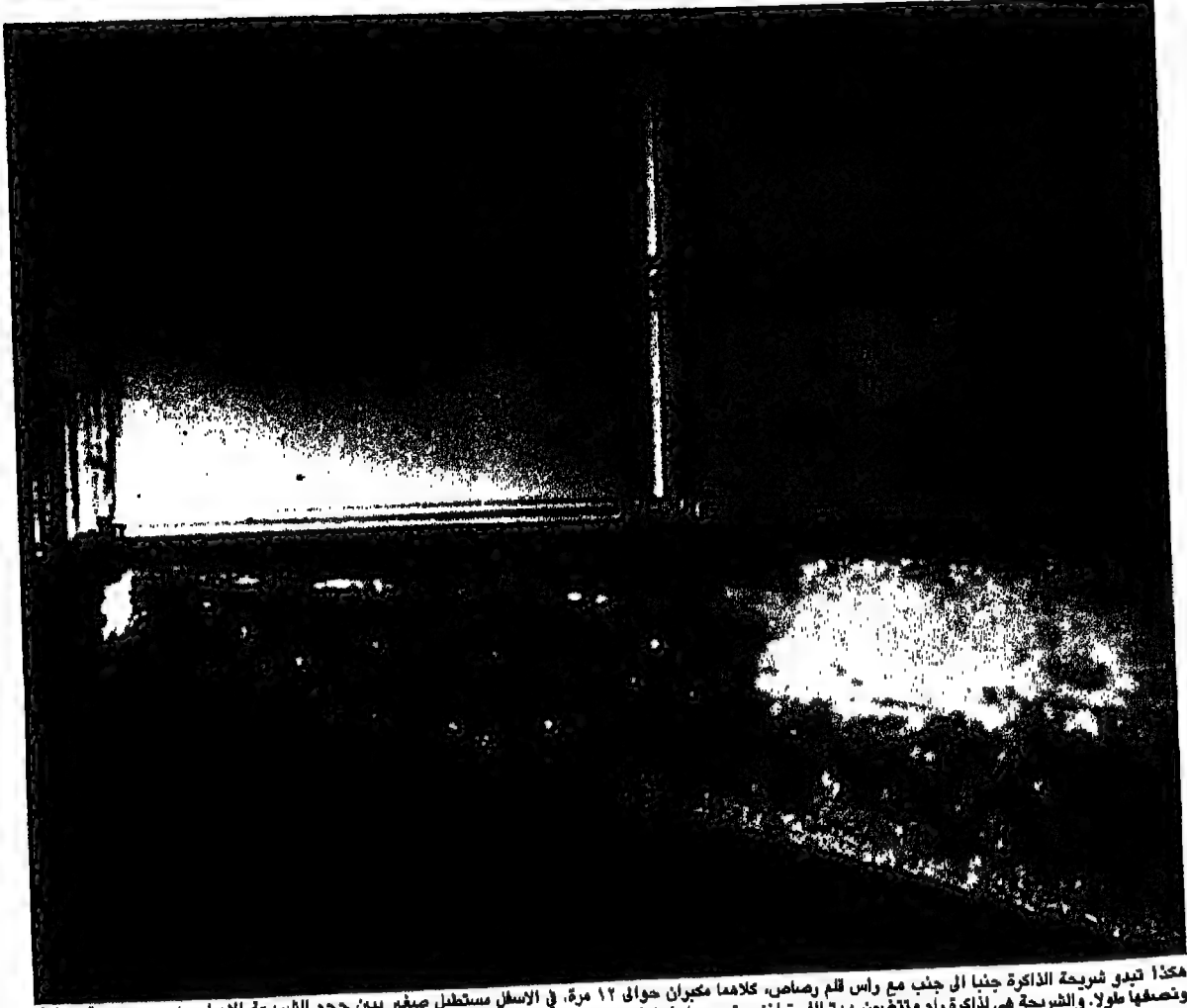
• **الشرائح البينية (Interface Chips)** وتتولى ترجمة الاشارات الواردة وبرزها لاسات الاصبع فوق لوحة المفاتيح والتي هي بمثابة تعليمات، الى لغة ثنائية يفهمها الكمبيوتر قوامها اشارتان (هما اشبه باطفاء النور ثم انارته). كما تتولى ترجمة الاشارات المرسلة الى بيانات تعرض على المراقب (الشاشة) في صورة احرف او ارقام. ولما كانت هذه الشرائح صلة الوصل بين طرفين او اكثر اطلق عليها اسم الشرائح البينية.

• **شريحة وحدة المعالجة المركزية (Microprocessor Chip)** وهي بمثابة الخلية العصبية او الدماغ بالنسبة الى الكمبيوتر، وهي تعمل على تنفيذ كل القرارات الحسابية والمنطقية اللازمة لمعالجة المعلومات بناء على البرامج المخزنة في شريحة الذاكرة. هذا العمل ينفذ في صورة رئيسية في الوحدة الحسابية المنطقية. كما تتضمن وحدة المعالجة المركزية دارات تحكم تنظم عملها وسجلات تخزين فيها، في صورة أنية، البيانات التي تدخل وتخرج من الشريحة. ونظرا الى ان الكمبيوتر الذي نتحدث عنه هنا هو منزلي اي ميكروكمبيوتر (Microcomputer) فاننا نطلق على وحدة المعالجة المركزية هنا الميكرومعالج (المعالج المصغر).

• **شرائح روم ROM Chips** ذاكرة قراءة فقط، وتحفظ بالتعليمات اللازمة لعمل المعالج المصغر في صورة دائمة. ولما كانت هذه البرامج مطبوعة على الشرائح عند تصنيعها فانه لا يمكن قراءتها الا بواسطة شريحة المعالج المصغر كما لا يمكن تبديلها ولذلك يطلق عليها ذاكرة قراءة فقط.

• **شرائح ابيروم Erasable Programable — Read — Only Memory — EPROM Chips** وهي شرائح قراءة فقط لكنها قابلة لاعادة البرمجة مما يوفر طرقا عدة لتحديث او تغيير التعليمات المخزنة اصلا في شريحة «روم» الدائمة. ويجري التغيير تقنيا اما بواسطة اشارات كهربائية او بالاشعاع ما فوق البنفسجي.

• **شرائح رام RAM Chips** وهي خلافا لشريحة روم، شريحة ذاكرة قراءة وكتابة معا حيث ان البيانات المخزنة عليها تظل هكذا طالما ان المعالج المصغر يحتاج اليها لاتمام عمل معين. ومجرد ادخال بيانات جديدة الى ذاكرة رام كاف لحو البيانات القديمة وحلول الجديدة مكانها. كما وان ايقاف الجهاز وقطع الكهرباء عنه يحو كل ما تحمله ذاكرة «رام» من بيانات



هكذا تبدو شريحة الذاكرة جنبا الى جنب مع رأس قلم رصاص. كلاهما مكيان حواي ١٢ مرة. في الاسفل مستطيل صغير يبين حجم الشريحة الاصلي وهو ربع بوصة عرضا وتصفيها طولا. والشريحة هي لذاكرة رام وتحتضن ٦٠٠ الف ترانزيستور، مما يؤهلها لتوفير قدرة ٢٥٦ كيلوبتا. وهو من اقصى ما هو متداول اليوم في السوق التجارية.



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

في فصول ستة سابقة عرضنا على حلقات لماهية الكمبيوتر ومما يتألف والمعدات الأساسية الداخلة في تكوينه وطريقة عمله ودور البرامج في ذلك. كما تناولنا في شرح جانبي الشريحة ومما تتألف وعلى ماذا تحتوي نختتمين بذلك جميع النواحي الأساسية المبدئية. أما الآن فننتقل، ضمن إطار تقديمنا للكمبيوتر للمبتدئين، إلى شرح لغة الكمبيوتر ومنطقه.

## لغة الكمبيوتر / النظام الثاني

## الفصل السابع



وقبل نصف قرن كانت شيفرة الآلة اللغة الوحيدة للتواصل مع الكمبيوتر أما الآن فقد ابتكرت لغات تجعل الكمبيوتر يتولى بنفسه تحويل لغات البرمجة الى شيفرة الآلة، أي الى رموز يفهمها ليتمكن من القيام بأعماله. في بحثنا عن لغة الكمبيوتر سنتناول شقين، الأول وموضوعه النظام الرقمي الثنائي، والثاني (في حلقة مقبلة) منطق الكمبيوتر.

في الفصل الخامس بيننا العلاقة بين المعدات والبرامج وقلنا، ان هذه العلاقة اشبه بالعلاقة بين الجسد والروح، وأن المعدات لا تستطيع ان تؤدي مهامها ما لم يتوافر للكمبيوتر برنامج يتولى الزمام ويملي عليها ما ينبغي ان تفعله. على ان الكمبيوتر يحتاج الى لغة معينة يفهم بها هذه البرامج. لذلك وجدت لغات خاصة بالبرمجة هي عبارة عن تسلسل كلمات وأحرف وأرقام والفاظ أولائية مختارة بعناية كي تمكن الانسان من التواصل مع الكمبيوترات. ومن دون هذه اللغات فان اكبر الكمبيوترات وأعظمها قدرة تستحيل قطعاً جامدة لا حول لها ولا قوة، ورغم ان بعض لغات البرمجة معقد ورفيع المستوى يكاد يجاور اللغات الحية، كالانكليزية مثلاً، فان جميع هذه اللغات هي أكثر تحديداً ودقة من اللغات البشرية ولا تحتمل التأويل ولا ازدواج المعنى. فالكمبيوتر جهاز رصين صارم لا يقبل المزاح. وهناك اليوم مئات من لغات البرمجة بل ألوف اذا ما أضفنا اليها «اللهجات» المتفرقة عنها والمعدلة لتتناسب أجهزة دون أخرى. وبواسطة هذه اللغات تتمكن الكمبيوترات من القيام بمختلف الأعمال، كالحساب ومعالجة الاحصاءات، وفهرسة المعلومات واصدار الاصوات والايقاعات الموسيقية بل ومناسبة كبار الفنانين في مهارات الرسم واللون.

ولا توجد لغة واحدة تفي بجميع هذه المهام، فمنها ما يفضل للمسائل العلمية والاخرى للتجارة وثالثة لتجارب الذكاء الاصطناعي، الخ... لكنها جميعها تعتمد قاعدة واحدة. ذلك ان الكمبيوتر من حيث الاساس لا يستجيب الا للغة واحدة وهي شدة التيار الكهربائي (الفولت) المرتفع والمنخفض والذي يمثل في هذا التناوب الاصفر والاحاد المستعملة في النظام الرقمي الثنائي. فلكمبيوترات منافذ تتلقى البيانات على شكل تيار كهربائي او انقطاع في التيار حيث يمثل التيار الاحاد وانقطاعه الصفر، مما يجعل النظام الرقمي الثنائي مثاليا للكمبيوترات. وان تصميم الدارات الكهربائية في كل كمبيوتر معدّ بشكل تتجاوب فيه هذه الدارات مع مجموعة معينة ومحددة من الأوامر المشفرة ثنائياً والتي يمكن اعادة تشكيلها مراراً وتكراراً لتمكين الكمبيوتر من القيام بمهامه المختلفة. ورغم ان شيفرة الآلة (Machine Code) هذه واضحة ومباشرة فانها غير انسانية لانها تتألف من آلاف ولربما ملايين الاصفر والاحاد وان أي خطأ في مكان ما يؤدي الى فشل البرنامج.

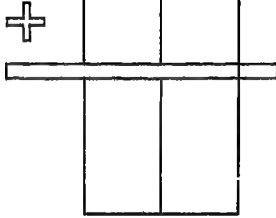
## النظام الرقمي الثنائي

اما النظام الرقمي الثنائي، الذي يستعمل في الكمبيوترات، فهو، كما يوحي اسمه، قائم على رقمين هما الصفر والواحد. فهذه الصيغة تستطيع ان تتعامل مع الفرضيات المنطقية: صحيح او خطأ، كما انها الصيغة الملائمة للطبيعة التي تقوم

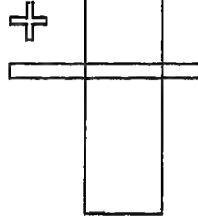
هناك عدة أنظمة حسابية. لكن الغالبية تستعمل النظام العشري (واساسه الحقيقي عدد اصابع اليدين). هذا النظام اساسه الرقم ١٠ وقيمة كل رقم تختلف زيادة او نقصاناً في حال اتجهنا يمينا او يساراً عن الرقم ١٠.



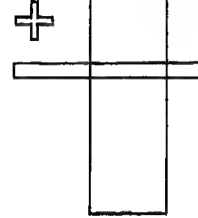
## قواعد الجمع في النظام الرقمي الثنائي



ولكن الاحتمال الثالث والمختلف للجمع  
في النظام الثنائي هو ان 1 زائد 1  
يساوي 10 اي صفر مع نقل 1 الى اليسار

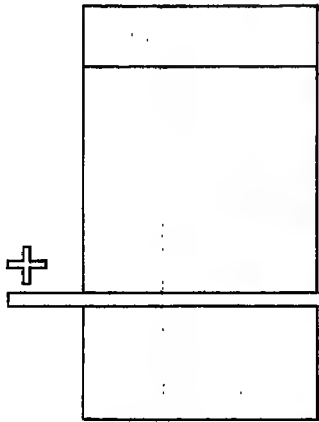


وعلى المنوال ذاته فان صفر زائد 1  
في النظام الثنائي يساوي 1



كما هي الحال في النظام العشري  
فان صفر + صفر يساوي صفرا

عشري



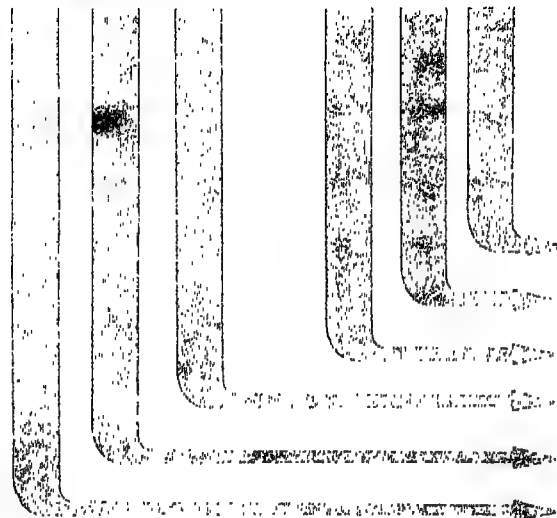
ثنائي

| 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
|-----|----|----|----|---|---|---|---|
| 1   | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +   | +  | +  | +  | + | + | + | + |
| 1   | 1  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |

نموذج جمع: الى اليسار ارقام  
ثنائية وعشرية متساوية.  
ويمكن الحصول على مجموع  
كل فئة عن طريق جمع  
الاعمدة ونقل المتبقي الى  
اليسار. ففي العمود الاول  
للجدول العشري  
نكتب  $9 + 9 = 18$ ، نكتب  
الثمانية وننقل الواحد كما هو  
معروف. وفي العمود الاول  
للجدول الثنائي فان  
 $1 + 1 = 10$  (صفر  
وواحد ليس عشرة) فندون  
الصفر وننقل 1. وهكذا  
يصبح العمود الثاني في  
الجدول الثنائي  $1 + 1$  او  
10 (صفر وواحد) مضافا  
اليه الواحد المنقول اي 11  
فندون 1 الذي لجهة اليمين  
وننقل المتبقي. اما الارقام  
المدرجة ادناه فتفيد للتدقيق  
في عملية جمع الجدول الثنائي  
عن طريق تحويل المجموع،  
ثانية، الى النظام العشري.

## الخلاصة

ان العثور على المقابل العشري لرقم  
ثنائي لا يحتاج لاكثر من ملاحظة  
الخانة التي تحتلها ارقام الواحد  
(الاحاد) ومن ثم جمع قيم هذه  
الخانات.



|     |               |
|-----|---------------|
| 2   | 1 في خانة 2   |
| 4   | 1 في خانة 4   |
| 8   | 1 في خانة 8   |
| 32  | 1 في خانة 32  |
| 64  | 1 في خانة 64  |
| 128 | 1 في خانة 128 |
| 238 |               |



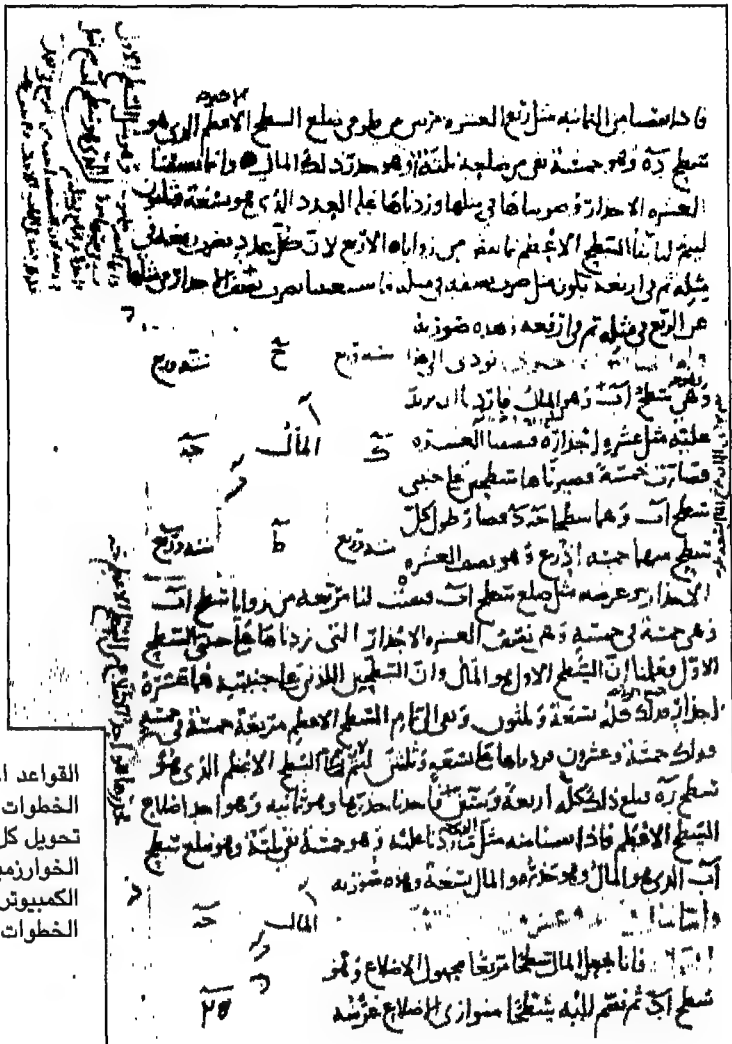
لا يستقيم الكلام عن الكمبيوتر ما لم نُشر إلى ستة أشخاص لعبوا دورا أساسيا في ظهوره وتطوره. خمسة منهم معروفون تاريخيا. وأما السادس، وهو الأول بالتسلسل التاريخي، فهو مجهول ولعله مجموعة أشخاص وليس شخصا واحدا. إنه تيار علمي فكري تطوري من المستحيل تحديد النقطة الفاصلة فيه. إنه اختراع الصفر.



كان اختراع الصفر حدثا ذا بعد تاريخي لا مثيل له. البعض نسبته إلى الهنود والآخرين إلى العرب، وآخرون إلى البابليين، لولا الصفر لكان من المستحيل التعامل مع الأرقام. فلا الضرب ولا القسمة ولا الجمع ولا الطرح ممكن من دونه. كذلك لا حساب المسافات الفلكية ولا الرحلات الفضائية ممكنة من دونه. فهو أساسي لجميع العمليات الرياضية الحديثة. ومن دونه أيضا يستحيل التعبير عن حالة العدم الأساسية بالنسبة للغة الثنائية الرقمية التي يستخدمها الكمبيوتر.

### الخوارزمي: قدم المنهجية العلمية (القرن السابع للميلاد)

عاش في بغداد ووضع أسس علم الجبر والخوارزمية وترجمت مؤلفاته على نطاق واسع، ويعتبر من أبرز المساهمين في إرساء أسس الرياضيات الحديثة. أما الخوارزمية (Algorithm) فهي مجموعة القواعد المتبعة لحل مسألة بعدد منته من الخطوات. وأول ما يتعلمه المبرمجون هو تحويل كل مسألة إلى برنامج وفق قواعد الخوارزمية لتوفير آلية إجرائية تمكن الكمبيوتر من اتمام المعالجة بعدد منته من الخطوات.





|        |           |           |         |          |
|--------|-----------|-----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | المبيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات   | التأهيل | الطريفات |

في الفصل السابق شرحنا كيف أنَّ الكمبيوتر لا يستطيع أن يفهم سوى اللغة الرقمية القائمة على النظام الثنائي، باعتبارها شيفرة آلة تُمكن الإنسان من التعامل معه. وقارنا هذا النظام بالنظام العشري، وفي هذا الفصل نعرض لنظامين مُتفرعين عن النظام الرقمي الثنائي، وهما في الواقع نظامان اختراكيان ضمن نطاق النظام الثنائي، أي يستعملان الصفر والواحد أيضاً ولكنها يُسهلان عملية التواصل مع الكمبيوتر.

## الفصل الثامن لغة الكمبيوتر ٢: النظام الثنائي والتعشري

النظام الرقمي الثنائي: وعلى المنوال نفسه فإن رقما أصبغيا واحدا في النظام الست عشري يمثل أربعة أرقام أصبغية في النظام الثنائي.

$$(16 = 2 \times 2 \times 2 \times 2).$$

جميع هذه الانظمة الرقمية تشترك في خصائصها لانها جميعها تخضع لصفتين اساسيتين، الاولى ان قيمة الاساس في جميع أنظمة العد (اي اساس النظام سواء اكان ١٠ أو ٢ أو ٨ أو ١٦) تحدد عدد الارقام الاصبغية وبالتالي الخانات المعتمدة في كل نظام على أن يكون أول هذه الارقام الصفر دائما. والثانية أن الحد الاعلى لقيمة كل خانة منفردة يساوي دائما قيمة الاساس ناقص واحد. ففي النظام العشري تمتد الارقام الاصبغية من صفر لغاية ٩ والرقم الاكبر هو ١٠ = ٩. وفي النظام الثنائي هناك رقمان أصبغيان هما صفر وواحد واكبرهما ١ (١ = ٢). وفي النظام الثماني سبعة أرقام من صفر لغاية ٧ واكبرها ٧ (٧ = ٨). وفي النظام الست عشري تمتد الارقام من صفر لغاية ١٥ واكبر الارقام هو ١٥ (١٥ = ١٦). لكن لما كانت الارقام العشرية لا تزيد على ٩ فقد اعتمدت أحرف أبجدية تمتد من A لغاية F لتعبر عن ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥ في النظام الست عشري. ومعنى ذلك ان الارقام الست عشرية هي صفر، ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، A، B، C، D، E، F. واكبرها هو F الذي يعادل ١٥ (١٦-١).

المعروف أن اساس كل حساب هو العد. فالاولاثل كانوا يعدون على اصابع اليد. وحينما لم تكن الاصابع تكفي كانوا يلجأون الى الحجارة والحصى او العيدان. وحينما توصلوا الى نظام للارقام فان معظم المجتمعات البشرية اعتمدت النظام العشري، أي النظام الذي أساسه القوة ١٠. وقوام هذا النظام اعتباران الاول أن هناك قيمة مكانية (Place Value) لكل رقم أو خانة، والثاني وضع رمز يمثل الاشياء، أي الصفر.

على أن بعض المجتمعات اختار النظام الثنائي وأساسه الرقم ٢. كما أن هناك أدلة على أن الفراعنة اعتمدوا نظاما معقدا أساسه الرقم ٤٩. وربما اختاروا هذا النظام ليزل بعيدا من متناول الناس العاديين.

لكن النظام الثنائي، على بساطته، مرهق بالنسبة الى الانسان، فأي خطأ يتطلب العودة الى اسطر لا تحصى من الارقام الثنائية للتدقيق فيها. ورغم أن هناك برامج تحدد مكانم الخطأ فان هناك حالات ينبغي فيها العودة الى البرنامج سطرًا سطرًا للتحري عن الخطأ واستعراض عدد ضخم من الصفحات المطبوعة والتي تسمى مكب الذاكرة (Memory Dump).

من أجل ذلك ابتكر المبرمجون طرقا تختزل النظام الثنائي الى نظام ثماني (اساسه ٨) ونظام ست عشري (اساسه ١٦). ونظرا الى أن ٨ هي ٢ مرفوعة الى القوة ٣ ثلاث مرات (٨ = ٢ × ٢ × ٢) فان رقما أصبغيا واحدا (Digit) في النظام الثماني يساوي ثلاثة أرقام أصبغية في

|       |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C0100 | 5dF100A0 | 45EFC00C | 5d10A242 | 5bF10010 | 45EF0008 | 9240A103 | 024EA104 | A1030204 |
| C0120 | A104A0B2 | U213A116 | A0B70203 | A134A0CB | D204A146 | A0U4581C | A23E58F1 | 001045E4 |
| C0140 | 0G0CF224 | A006A0D4 | FA32A107 | A0G6FA10 | A1DBA246 | 47F0A026 | C24FA103 | A100F321 |
| C0160 | A124A10E | 96F0A126 | F363A144 | A10796F0 | A14A5810 | A23E58F1 | 001045EF | 000C0704 |
| C0180 | 4110A236 | 4500A0AE | 001C0078 | 001C0080 | 0A020A0E | F5F4F3F2 | F1C2C1C4 | 40D5C5E4 |
| C01A0 | E240E2E3 | E4C6C640 | 40404040 | 40F1F2F3 | F4404040 | 40404040 | 00000440 | 40404040 |
| C01C0 | 40404040 | --SAME-- |          |          |          |          |          |          |
| C01E0 | 40404040 | 4540F5F4 | F3F2F140 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | C2C1C440 | 05C5E6E2 |
| C0200 | 40E2E3E4 | C6C64040 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 4040F1F2 | F3F44040 | 40404040 |
| C0220 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40C9E3C5 | 0440U506 | 4B404040 |
| C0240 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40C4C5E2 | C309C9D7 | E3C9D6D5 | 40404040 | 40404040 |
| C0260 | 404040D6 | E4C1C5E3 | C9E3E840 | 40404040 | 40404040 | 404040C1 | 0406E405 | E3404040 |
| C0280 | 40404040 | --SAME-- |          |          |          |          |          |          |
| C02A0 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 40000123 | 4C001CE3 |
| C02C0 | C8C5A0D5 | E404C2C5 | 0940D6C6 | 40C9E3C5 | D4E24007 | 09D6C3C5 | E2E2C5C4 | 40C9E244 |
| C02E0 | 40404040 | 40404040 | 40E3C8C5 | 40E3D6E3 | C1D340C1 | D4D6E4D5 | E340C4E2 | 40404040 |
| C0300 | 4040404C | 40404040 | 40404040 | 40404040 | 5B58C2D6 | 07C5D54C | 5B58C2C3 | 03D6E2C1 |
| C0320 | 001C0080 | 001C0078 | 1CC1D3E8 | E2C9E240 | 0A320000 | 0A320000 | 47F0F01A | 0A320000 |
| C0340 | C9D1C3C6 | E9C9E9F0 | 33000A00 | 918010D2 | 4710F026 | 0A0750EC | F06858E0 | 10209101 |
| C0360 | 10044780 | F04C9140 | 10024710 | F04658E0 | F06847F0 | F01A58E0 | 101C07FE | D501F064 |
| C0380 | E0004770 | F05A47F0 | F04658E0 | F06807FE | 615C0C00 | 10220000 | A01C0114 | 404040D3 |
| C03A0 | 0A320000 | 0A32C000 | 0A320000 | 47F0F01A | C9D1C4C6 | E9E9E9E9 | 34010A00 | 918010D2 |

نموذج لمكب الذاكرة مكتوب بالنظام الست عشري



## العلاقة بين الأنظمة الأربعة

الثماني على سبيل الاختزال تستهلك ثلث الحجم والوقت اللذين تستهلكهما ذاكرة تعتمد النظام الثنائي.

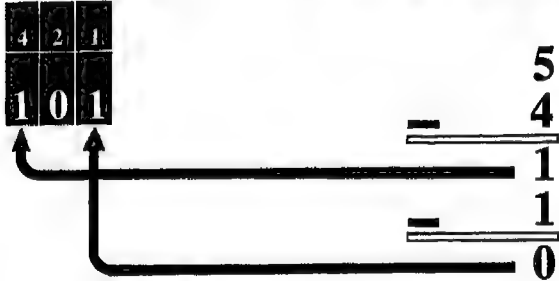
كما أن القيمة القصوى لرقم أصبعي في النظام الست عشري تعادل القيمة القصوى لاربعة أرقام أصبعية في النظام الثنائي. وبالتالي فإن مدى قيمة كل رقم أصبعي في النظام الست عشري تعادل مدى قيمة أربعة أرقام أصبعية في النظام الثنائي. وتبعاً لذلك فإن استخدام النظام الست عشري، على سبيل الاختزال، لا يحتل سوى ربع الحجم والوقت اللذين تحتاج إليهما ذاكرة تعتمد النظام الثنائي.

تقارن الجداول الاربعة ادناه بين الانظمة الرقمية الاربعة. ويلاحظ ان قيمة كل رقم اصبعي، في كل نظام، تقدر وفقا لقيمة الخانة التي يشغلها الرقم. كما ويلاحظ ان القيمة القصوى لكل رقم اصبعي في النظام الثماني، وهي ٧، تعادل القيمة القصوى لثلاثة ارقام اصبعية في النظام الثنائي. وإن المدى الذي تتراوح فيه قيمة كل رقم في النظام الثماني تطابق المدى الذي تتراوح فيه قيم ثلاثة ارقام في النظام الثنائي. فلذا ما استبدلنا الارقام الثنائية بأرقام ثمانية فإن عملية الاستبدال تجري على نسبة ٣:١. والكسبيوترات التي تستخدم النظام

| شمالي |   |   | جنوبي |    |   | ست مشرقی |   |   | مشرقی |    |    |
|-------|---|---|-------|----|---|----------|---|---|-------|----|----|
| ۱     | ۲ | ۳ | ۴     | ۵  | ۶ | ۷        | ۸ | ۹ | ۱۰    | ۱۱ | ۱۲ |
| ۱     | ۸ | ۱ | ۱     | ۱۵ | ۸ | ۱        |   |   | ۱     | ۱۵ | ۱  |
|       |   | ۰ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۲  |
|       |   | ۱ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۱  |
|       |   | ۲ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۲  |
|       |   | ۳ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۳  |
|       |   | ۴ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۴  |
|       |   | ۵ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۵  |
|       |   | ۶ |       |    |   |          |   |   |       |    | ۶  |
|       |   | ۷ | ↔     |    |   |          |   |   |       |    | ۷  |
| ۱     | ۰ |   |       |    | ۱ | ۰        | ۰ | ۰ |       |    |    |
| ۲     | ۱ |   |       |    | ۱ | ۵        | ۰ | ۵ |       |    |    |
| ۳     | ۲ |   |       |    | ۱ | ۰        | ۱ | ۰ |       |    | ۰  |
| ۴     | ۳ |   |       |    | ۱ | ۰        | ۱ | ۰ |       | ۱  | ۱  |
| ۵     | ۴ |   |       |    | ۱ | ۱        | ۰ | ۰ |       | ۱  | ۲  |
| ۶     | ۵ |   |       |    | ۱ | ۱        | ۰ | ۱ |       | ۱  | ۳  |
| ۷     | ۶ |   |       |    | ۱ | ۱        | ۱ | ۰ |       | ۱  | ۴  |
| ۸     | ۷ |   |       |    | ۱ | ۱        | ۱ | ۱ | ↔     | ۱  | ۵  |
| ۹     | ۰ |   |       | ۱  | ۰ | ۰        | ۰ | ۰ |       | ۱  | ۰  |

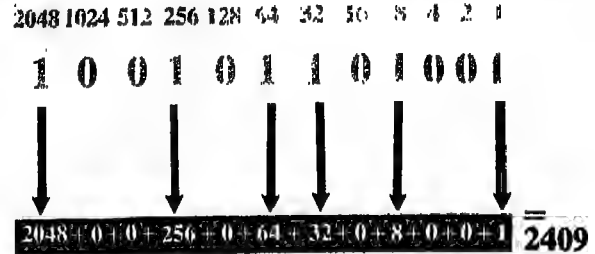
## عملية التحويل

### من عشري الى ثنائي



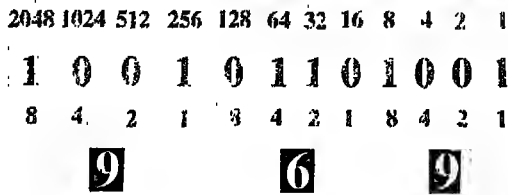
إطرح أكبر قوة مرفوعة الى الرقم ٢ من الرقم العشري (٤ من ٥ في مثلنا أعلاه) واستمر في الطرح من الرصيد المتبقي، مدونا الرقم ١ في كل خانة قيمتها المكانية استخدمت في الطرح والصفر حيث لم يحصل ذلك، وفي مثلنا أعلاه نضع ١ تحت الـ ٤، وصفر تحت الـ ٢، و ١ تحت الـ ١ مما يعطينا الرقم ١٠١ في النظام الثنائي.

### من ثنائي الى عشري



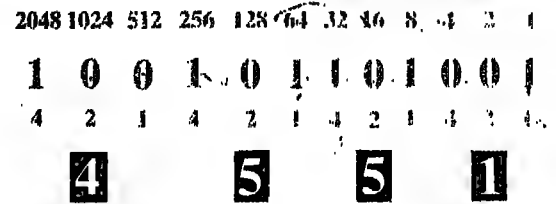
إجمع قيم كل الخانات المشغولة بالرقم ١ في مثلنا أعلاه فان تحويل الرقم الثنائي ١٠٠١٠١١٠١٠٠١ المكون من ١٢ خانة يعني جمع كل القيم المكانية حيث هناك واحد، أي جمع ١ + ٨ + ٣٢ + ٦٤ + ٢٥٦ + ٢٠٤٨ فتكون النتيجة ٢٤٠٩.

### من ثنائي الى ست عشري



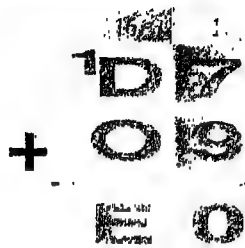
على المثال نفسه إبدأ من أقصى اليمين بتقسيم الرقم الى وحدات من أربعة متعاملا مع كل وحدة كما لو أنها رقما ثانيا مكونا من القيم المكانية ٨، ٤، ٢، ١. نرغب في تحويله الى عشري، إن مجموع القيم المكانية لكل مجموعة رباعية تعادل رقما أصعبا ست عشري واحدا. وفي مثلنا أعلاه فان مجموع القيم المكانية للمجموعات الرباعية هي ١٠، ٦، ٩ أي ٩٦٩.

### من ثنائي الى ثنائي



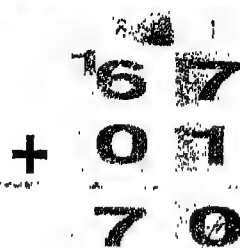
انطلاقا من الخانة الاولى في أقصى اليمين قسم الخانات الى وحدات من ثلاثة، وتعامل مع كل ثلاثي كما لو أنه رقم ثنائي مستقل مكونا من القيم المكانية ٤، ٢، ١ وحوله الى عشري، والنتيجة هي أن مجموع كل القيم المكانية لكل مجموعة ثلاثية تساوي رقما أصعبا ثانيا واحدا. وفي مثلنا أعلاه فان مجموع القيم المكانية للوحدات الثلاثية هي ٤، ٥، ٥، ١، مما يجعل المجموع ٤٥١ في النظام الثنائي.

## مبادئ الجمع



### في النظام الست عشري:

أن جمع الأرقام في الخانة الأولى أي ٧ + ٩ يعطينا ١٦ وهو أساس النظام الست عشري المعبر عنه بـ ١٠. ندون صفرا وننقل ١ في الخانة الثانية نجمع ١ الى ٥ (أي ١٢ في النظام العشري) فنحصل على ١٤ في النظام العشري أي E، نجمع E الى الصفر فتدون النتيجة صفر E (صفر + E) وهو الاختزال الست عشري للثنائي 11100000 أو العشري ٢٢٤.



### في النظام الثماني:

أن جمع الأرقام في الخانة الأولى أي ٧ + ١ يعطينا ٨ المعبر عنها في النظام الثماني بـ ١٠ (صفر + واحد). وكما هي الحال في الجمع في النظام الثنائي ندون الصفر وننقل الواحد الى الخانة الثانية. ثم نتابع الجمع في الخانة الثانية، أي ٦ + ١ = ٧ وأخيرا ٧ زائد صفر فتكون النتيجة ٧٠ في النظام الثماني والمعادل لـ ١١١٠٠٠ في النظام الثنائي و٥٦ في النظام العشري.

في الحلقة الماضية عرضنا مبادئ الجمع في النظام الثنائي والآن نتناول مبادئ الجمع في النظامين الثماني والست عشري.

## ملخص خصائص الأنظمة الرقمية الأربعة

انطلاقاً من الصفتين الأساسيتين اللتين نطبق عليهما جميع الانظمة الرقمية فان خصائص كل نظام رقمي هي:

النظام العشري | ١٠ : النظام الشهادي | ٨ :

تتراوح أرقامه بين صفر الى ٩ موفرا بذلك عشرة خيارات رقمية. الرقم الأكبر يساوي ٩، أي الحد الأقصى للخيارات الرقمية ناقص واحد.

مجموع الخيارات المتوفرة في النظام الثماني هي ثمانية من صفر حتى ٧. وأكبر رقم هو ٧ أي الحد الأقصى للخيارات الرقمية ناقص واحد.

النظام الثاني: ٢٠      النظام الست عشري: ١٦

مجموع الخيارات الرقمية في هذا النظام لا يتعدى ٢ (صفر واحد)، الرقم الأكبر يساوي ١ وهو الحد الأقصى للخيارات الرقمية ناقص واحد، وكل قيمة تتعدى ١ ينبغي أن تمثل باكثر من رقم أصبعي واحد مثلما أن كل رقم يتعدى ٩ في النظام العشري يتطلب رقما من خانتين أو أكثر.

القيم الحالية

القيم المكانية في النظام العشري  
(9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0)

|                |                          |                |        |        |
|----------------|--------------------------|----------------|--------|--------|
| 5              | 4                        | 3              | 2      | 1      |
| $10^4$         | $10^3$                   | $10^2$         | $10^1$ | $10^0$ |
| $10 \times 10$ | $10 \times 10 \times 10$ | $10 \times 10$ | $10$   | $1$    |
| $100,000$      | $10,000$                 | $1,000$        | $100$  | $10$   |
| 2              | 0                        | 9              | 7      | 4      |
| 200000         | 0                        | 9000           | 700    | 40     |
| 1              |                          |                |        |        |

| 5                | 4                        | 3              | 2      | 1      | الخانات |
|------------------|--------------------------|----------------|--------|--------|---------|
| $10^4$           | $10^3$                   | $10^2$         | $10^1$ | $10^0$ |         |
| $10 \times 10$   | $10 \times 10 \times 10$ | $10 \times 10$ | $10$   | 1      | القيم   |
| $> 30 \times 10$ |                          |                |        |        | المكان  |
| 100,000          | 10,000                   | 1,000          | 100    | 10     | الارقام |
| 2                | 0                        | 9              | 7      | 4      | الرقم   |

الرقم العشري = 209741 =  $200000 + 0 + 9000 + 700 + 40 + 1$

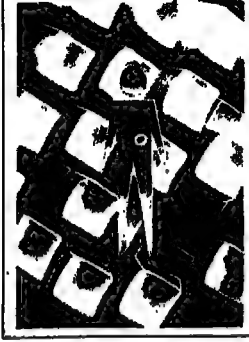
القيم المكانية في النظام الثنائي  
(1,0)

|              |              |                       |              |   |   |   |   |   |
|--------------|--------------|-----------------------|--------------|---|---|---|---|---|
| 6            | 5            | 4                     | 3            | 2 | 1 |   |   |   |
| 2            | 2            | 2                     | 2            | 2 | 2 |   |   |   |
| $2 \times 2$ | $2 \times 2$ | $2 \times 2 \times 2$ | $2 \times 2$ | 2 | 2 |   |   |   |
| 32           | 16           | 8                     | 4            | 2 | 1 |   |   |   |
| 1            | 0            | 0                     | 1            | 0 | 1 |   |   |   |
| 32           | +            | 0                     | +            | 4 | + | 0 | + | 1 |

|                       |                       |                       |              |   |   |       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|---|---|-------|
| 6                     | 5                     | 4                     | 3            | 2 | 1 | العدد |
| 2                     | 2                     | 2                     | 2            | 2 | 2 | العدد |
| $2 \times 2$          | $2 \times 2$          | $2 \times 2 \times 2$ | $2 \times 2$ | 2 | 1 | العدد |
| $2 \times 2 \times 2$ | $2 \times 2 \times 2$ |                       |              |   |   | العدد |

يدون مجموع قيمة عدد ثنائي  
بعدد ذي أساس عشري

$$32 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1 = 37$$



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

ضمن إطار شرح لغة الكمبيوتر الثنائية عرضنا في الفصل السابق لنظامين اختراعيين يقعان ضمن النظام الثنائي ويستعملهما البرمجون لأنها يسهل عملهم. ولأن النظام الرقمي الثنائي الأساسي مُرهق. وفي هذا الفصل نتابع مُستعرضين قواعد التحويل بين مختلف الأنظمة الأربعة المتداولة وفي البرجة الكمبيوترية وهي النظام العشري وأساسه ١٠ والنظام الثنائي وأساسه ٢ والنظام الثنائي وأساسه ٨ والنظام الست عشري وأساسه ١٦.

## الفصل التاسع لغة الكمبيوتر ٢: قواعد التحويل

### من ثنائي إلى عشري

$$10^? = 8257$$

الخطوة ١ حدّد قيمة كل خانة



الخطوة ٢ اضرب القيمة المكانية بالرقم الاصبعي

|     |     |
|-----|-----|
| 64  | 8   |
| × 2 | × 5 |
| 128 | 40  |

الخطوة ٣ اجمع المحاصيل



لما كانت الضرورة تقضي بالتحويل من نظام رقمي الى آخر فقد وضعت سلسلة قواعد على شكل خطوات تعتمد للتحويل من نظام الى آخر:

### أولاً: التحويل الى النظام العشري من الانظمة الاخرى

الخطوة ١: حدّد قيمة كل خانة (القيمة المكانية) يشغلها كل رقم اصبعي (بحسب النظام العشري).  
الخطوة ٢: اضرب القيمة المكانية للخانة بالرقم الاصبعي الموجود فيها.  
الخطوة ٣: اجمع المحاصيل الناتجة من الخطوة ٢. فالمجموع هو القيمة المعادلة في النظام العشري.

### من ثنائي الى عشري

$$10^? = 210110$$

الخطوة ١ حدّد قيمة كل خانة



الخطوة ٢ اضرب القيمة المكانية بالرقم الاصبعي

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 16  | 8   | 4   |
| × 1 | × 0 | × 1 |
| 16  | 0   | 4   |

الخطوة ٣ اجمع المحاصيل



### من ست عشري الى عشري

$$10^? = 162B3C$$

الخطوة ١ حدّد قيمة كل خانة

|      |      |     |
|------|------|-----|
| 4096 | 256  | 16  |
| × 2  | × 11 | × 3 |
| 8192 | 2816 | 48  |

الخطوة ٢ اضرب القيمة المكانية بالرقم الاصبعي

الخطوة ٣ اجمع المحاصيل



## من عشري الى ثنائي

$$10416 = 8?$$



الخطوة ١  
قسم الرقم على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٢  
دُون الرصيد في اول خانة لجهة اليمين



الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤



الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤

## من عشري الى ست عشري

$$10941 = 16?$$



الخطوة ١  
قسم الرقم على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٢ دُون الرصيد  
في اول خانة لجهة اليمين



الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤



الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤

## ناتجاً: التحويل من النظام العشري الى الانظمة الاخرى

الخطوة ١: قسم الرقم العشري المراد تحويله على قوة الاساس المطلوب.  
الخطوة ٢: دُون الرصيد المتبقي من الخطوة ١ بصفته الرقم الاصبعي  
الاول للرقم الجديد المطلوب ابتداء من جهة اليمين.  
الخطوة ٣: قسم حاصل القسمة السابقة على قوة الاساس الجديد  
(المطلوب).

الخطوة ٤: دُون الرصيد الناتج من الخطوة ٣ بصفته ثاني رقم اصبعي  
للرقم الجديد المطلوب وذلك الى يسار الرقم الاصبعي الاول. كرر الخطوتين ٣  
و ٤ مدونا الارصدة من اليمين باتجاه اليسار الى حين يلج الرصيد من  
الخطوة ٣ صفراً.

## من عشري الى ثنائي

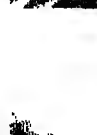
$$1026 = 2?$$



الخطوة ١  
قسم الرقم على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٢  
دُون الرصيد في اول خانة لجهة اليمين



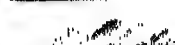
الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤



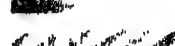
الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤



الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي رقم  
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا  
كرر الخطوتين ٣ و ٤



الخطوة ٣  
قسم حاصل القسمة السابقة  
على قوة الاساس الجديد



الخطوة ٤ دُون الرصيد كثنائي  
رقم فإذا كان الرصيد صفراً  
توقف والا كرر الخطوتين ٣ و ٤

## رابعاً: التحويل من وإلى النظام الست عشري

الـ ٩ والأرقام الاصبعية الست عشرية من A إلى F تساوي الأرقام العشرية ١٠ - ١٥.

### من ست عشري إلى ثنائي

الخطوة ١: حوّل كل رقم اصبعي ست عشري إلى رقم ثنائي مؤلف من أربعة أرقام اصبعية (معتبراً الأرقام الست عشرية كما لو أنها أرقام عشرية).  
الخطوة ٢: اعتبر الأرقام الحاصلة كما لو أنها رقم ثنائي واحد.

### من ثنائي إلى ست عشري

الخطوة ١: قسّم الأرقام الاصبعية الثنائية إلى مجموعات من أربعة وذلك بدءاً بالجهة اليمنى.  
الخطوة ٢: حوّل كل مجموعة من أربعة أرقام اصبعية ثنائية إلى رقم اصبعي ست عشري واحد (مستخدماً قاعدة التحويل من ثنائي إلى عشري. وتذكّر أن الأرقام الاصبعية الست عشرية من صفر إلى ٩ تساوي الأرقام الاصبعية العشرية من صفر

### من ثنائي إلى ست عشري

$$16? = 211010111$$

الخطوة ١ قسّم الأرقام الثنائية إلى مجموعات من أربعة

$$\begin{array}{l} 16D = 1013 \\ 167 = 107 \\ 16D7 = 23 \end{array}$$

الخطوة ٢  
حوّل كل مجموعة إلى رقم اصبعي واحد

### من ست عشري إلى ثنائي

$$2? = 162A9$$

$$\begin{array}{l} 20010 \\ 21010 \\ 21001 \end{array}$$

الخطوة ١  
حوّل كل رقم اصبعي ست عشري إلى ثنائي من ٤ أرقام اصبعية

الخطوة ٢ ادمج الأرقام معاً

$$20010101$$

## ثالثاً: التحويل من وإلى النظام الثماني

تساوي الأرقام الثمانية من صفر إلى ٧.

### من ثماني إلى ثنائي

الخطوة ١: حوّل كل رقم اصبعي ثماني إلى رقم ثنائي مؤلف من ثلاثة أرقام اصبعية (معتبراً الأرقام الثمانية كما لو أنها أرقام عشرية).  
الخطوة ٢: اعتبر الأرقام الحاصلة كما لو أنها رقم ثنائي واحد.

### من ثنائي إلى ثماني

الخطوة ١: قسّم الأرقام الاصبعية الثنائية إلى مجموعات من ثلاثة وذلك بدءاً بالجهة اليمنى.  
الخطوة ٢: حوّل كل مجموعة من ثلاثة أرقام اصبعية ثنائية إلى رقم اصبعي واحد (مستخدماً قاعدة التحويل من ثنائي إلى عشري. وتذكّر أن الأرقام الاصبعية العشرية من صفر إلى ٧

### من ثنائي إلى ثماني

$$8? = 2110011$$

الخطوة ١ قسّم الأرقام الثنائية إلى مجموعات من ثلاثة

$$2110011$$

الخطوة ٢ حوّل كل مجموعة إلى رقم اصبعي واحد

$$3 = 011$$

### من ثماني إلى ثنائي

$$2? = 8246$$

الخطوة ١ حوّل كل رقم اصبعي ثماني إلى ثنائي من ٣ أرقام اصبعية

$$010$$

الخطوة ٢ ادمج الأرقام كلها معاً

$$01010101$$

## آباء عصر الكمبيوتر (٢)



لايبنتز (Leibnitz) قدم اللغة الثنائية الرقمية

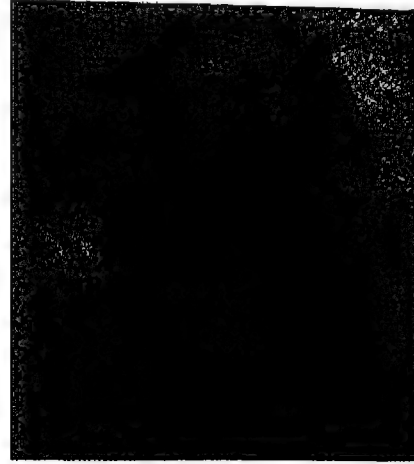
(القرن السابع عشر)

اضافة الى اسهامه في تطور الآلة الحاسبة فانه، بابتكاره النظام الرقمي الثنائي المكون من الصفر وواحد، وفرلفة يستطيع الكمبيوتر أن يتعامل معها. فالصفر والواحد يمكن أن يعبرا عن حالتين مطفئة ومشغلة للتيار الكهربائي، وبالتالي التعبير عن المعطيات بعد كتابتها باللغة الرقمية الثنائية. وكان لايبنتز قد ابتكر النظام الثنائي لدواع فلسفية ورياضية. وفي الثلاثينات من القرن العشرين لاحظ كلود شانون (Claude Shannon) مضاعفاتها البعيدة المدى بالنسبة للكمبيوتر.

الكونتيسة أدا (Ada): قدمت البرمجة

(القرن التاسع عشر)

ابنة الشاعر الانكليزي اللورد بايرن. رياضية موهوبة عملت بصورة وثيقة مع العالم البريطاني باباج في مشروعه لصنع آلة التحليلية. واليه تعود فكرة نقل مبدأ نول جاكارد الذي يعمل بالاشربة الطويلة المثقوبة الى الميدان الحسابي باستخدام بطاقات مماثلة مثقوبة ترمز بثقوبها الى ارقام معينة. أطلق عليها لذلك اول مبرمجة في التاريخ. وبذلك قربت الى الواقع مشروع الكمبيوتر الذي كان لا يزال سديميا في خلفيات العقل البشري.



جورج بول (George Boole): قدم المنطق

(القرن التاسع عشر)

عبقري بريطاني ابتكر في القرن التاسع عشر نوعا من الجبر يتبع التعامل مع الارقام والحروف والاشياء والعبارات والفرضيات كما لو انها ارقام بحتة. بموجب هذا النظام اصبح بالإمكان ترميز الفرضيات التي يمكن أن تعتبر صحيحة او خاطئة على اساس ثلاثة احتمالات هي «و»، «او» و«لا».



جون فون نيومان (John Von Newman): قدم

التصميم الهندسي (القرن العشرين)

هنغاري المولد اميركي الجنسية وصف بانه عملاق بين الرياضيين. لعب دورا بارزا في نجاح انياك، اول كمبيوتر الكتروني. وضع تصميم الهندسة الداخلية للكمبيوتر وقوامها خمسة عناصر اساسية تؤمن له اداء متعدد الاغراض. هذه العناصر هي الوحدة الرياضية المنطقية، وحدة التحكم والضبط، الذاكرة، وحدة ادخال ووحدة اخراج. وبالإضافة الى ذلك رأى أنه يتوجب على الكمبيوتر أن يعمل باللغة الرقمية الثنائية وأن يكون الكتروني لا ميكانيكي. ويعرف هذا التصميم بالمتسلسل لان عمليات المعالجة تتم واحدة بعد الاخرى، جميع الكمبيوترات التي هي قيد التداول اليوم صغيرة وسطى وإبوانية تعمل وفق هذا التصميم.





|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

ما زلنا مع هذا الفصل نتابع تعقيدات النظام الثنائي باعتباره اللغة التي يفهمها الكمبيوتر. وقد عرضنا خلال ثلاثة فصول سابقة لماذا لا يفهم الكمبيوتر إلا اللغة الرقمية الثنائية وميزات هذه اللغة وتعقيداتها. كما عرفنا الأنظمة الرقمية المخترلة للنظام الثنائي وأخيراً قواعد التحويل بين نظام رقمي وآخر. وفي هذا الفصل نعرض لقواعد الجمع والطرح في الأنظمة الثلاثة الثنائي والثاني والست عشري.

## الفصل العاشر لغة الكمبيوتر ٤: قواعد الجمع والطرح

### الجمع

في هذه اللغة الرقمية، كما في غيرها، كثيراً ما نضطر إلى الجمع عند كتابة البرامج بلغة يفهمها الكمبيوتر. وقواعد الجمع لا تختلف من حيث الأساس عن قواعد الجمع في النظام العشري، وهذه القواعد تتمثل في ثلاث خطوات:

الخطوة ١: أجمع العمود الأول ابتداءً من جهة اليمين.  
الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانقل ١ إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).  
الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

في مثلنا التالي نريد أن نجمع الرقم الثنائي 10111 إلى الرقم الثنائي 01110. تقضي الخطوة الأولى بأن نجمع عمود الاحاد لكل من ١ وصفر، فيصبح رصيد العمود ١ وهو رقم أصبغى منفرد. لذلك لا يتبقى عندنا ما ننقله إلى الخانة الثانية (العمود التالي). أما الخطوة الثانية فهي جمع العمود التالي أي ١ و ١ مما يساوي ٢. ونظراً إلى أن القيمة العشرية لـ ٢ لا يمكن التعبير عنها برقم أصبغى منفرد فإننا نحتاج إلى النقل من خانة إلى أخرى. وكما نتذكر من النقل نضع ١ فوق العمود التالي باتجاه اليسار. هذا النقل يساوي قيمة الأساس (أي ٢ في النظام الرقمي الثنائي). أن الرقم ١ في عمود الثنائيات يساوي ٢ في عمود الاحاد. ولأن نقل قيمة ٢ من عمود قيمته ٢ فإن النقل يجعل قيمة العمود صفراً. في العمود الثالث تصبح القيمة ١ و ١ و ١ مما يجعل المجموع ٣ في العشري. مرة أخرى يحصل نقل من العمود الرابع، حيث ١ في هذا العمود يعني نقل ٢ من ٣ فيبقى ١ رصيداً للعمود الثالث. وهكذا يستمر الجمع حتى اكتمال الخطوات على باقي الأعمدة. مثال:

$$\begin{array}{r} 10111 \\ + 01110 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ١: أجمع العمود الأول ابتداءً من جهة اليمين.

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 0 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانقل ١ إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 10111 \\ + 01110 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 1 \\ \hline 2 \end{array}$$

الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانقل ١ إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 10111 \\ + 01110 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 1 \\ \hline 2 \end{array}$$

الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانقل ١ إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 10111 \\ + 01110 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0 \\ + 1 \\ \hline 2 \end{array}$$



الخطوة ١: اجمع العمود  
الاول ابتداء من جهة اليمين.

$$\begin{array}{r} 5 \\ +4 \\ \hline 9 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود  
في الخطوة ١ مساويا او زائداً عن قوة  
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع  
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.  
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا  
او زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1 \\ 265 \\ +434 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك  
اعمدة جمع اضافية او كان هناك  
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع  
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 6 \\ +3 \\ \hline 10 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود  
في الخطوة ١ مساويا او زائداً عن قوة  
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع  
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.  
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا  
او زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 265 \\ +434 \\ \hline 21 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك  
اعمدة جمع اضافية او كان هناك  
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع  
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ +4 \\ \hline 7 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود  
في الخطوة ١ مساويا او زائداً عن قوة  
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع  
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.  
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا  
او زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 265 \\ +434 \\ \hline 21 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود  
في الخطوة ١ مساويا او زائداً عن قوة  
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع  
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.  
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا  
او زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 111 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 0101 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك  
اعمدة جمع اضافية او كان هناك  
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع  
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1 \\ +0 \\ \hline 2 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود  
في الخطوة ١ مساويا او زائداً عن قوة  
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع  
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.  
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا  
او زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 00101 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك  
اعمدة جمع اضافية او كان هناك  
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع  
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ +0 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود  
في الخطوة ١ مساويا او زائداً عن قوة  
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع  
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.  
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا  
او زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 100101 \end{array}$$

في مثلثا التالي نريد ان نجمع الرقم الثماني 265 مع الرقم الثماني 434. تقضي  
الخطوة الاولى بجمع عمود الاحاد المؤلف من 5 و 4 مما يجعل المجموع 9. ونظرا  
الى ان اقصى القيمة العشرية لرقم اصبعي واحد في النظام الثماني هو 7 فمعنى  
ذلك ان علينا ان نمارس النقل. اي نقل 1 الى رأس العمود التالي الذي تبلغ قيمته 8  
(لكونها قيمة الاساس). ان 1 في عمود الثمانيات يساوي 8 في عمود الاحاد. ونظرا  
الى اننا نقلنا 8 من مجموع العمود البالغ 9 فأننا نسجل الفرق ومقداره 10 تحت  
العمود الاول. في العمود الثاني المؤلف من 1 و 6 يصبح المجموع في النظام  
العشري 10. وان نقل 1 الى العمود الثالث يجعل قيمته بحسب قيمة الاساس اي  
8. ونظرا الى اننا نقلنا 8 من اصل 10 في العمود الثاني فإننا ندون الفارق وهو 2  
كرصيد للعمود الثاني. نصل الى العمود الثالث والآخر وهو مؤلف من 1 و 2 و 4  
اي 7، ونظرا الى ان 7 في العشري تساوي 7 في الثماني فإننا لا ننقل شيئا بل ندون  
7 كرسيد لهذا العمود. مثال:

$$\begin{array}{r} 265 \\ +434 \\ \hline \end{array}$$

في مثلثا نريد ان نجمع الرقم الست عشري 5A9 الى الرقم الست عشري  
A86. تقضي الخطوة الاولى بجمع 9 الى 6 مما يعطينا 15 في النظام العشري، او  
F في النظام الست عشري. فندون F في اسفل العمود الاول. في العمود الثاني  
نجمع A الى الرقم 8. ولما كانت A في النظام الست عشري تعني 10 فمعنى ذلك ان  
مجموع العمود اصبح 18 وهو رقم يزيد عن الحد الاقصى لارقام النظام الست  
عشري. فننقل 1 الى العمود الثالث وهذا يعني نقل 16 من اصل مجموع الرقم 18  
فندون الفارق وهو 2 في اسفل العمود الثاني. في العمود الثالث نلاحظ ان مجموع  
ارقام العمود تزيد عن الحد الاقصى للرقم في النظام الست عشري فتتم عملية نقل  
جديدة. ان النقل بحسب قوة الاساس (16) تعني نقل كامل مجموع العمود فندون  
صفرا في اسفل العمود. اما الخطوة الاخيرة فهي تدوين الرقم 1 المنقول باعتباره  
العمود الرابع. مثال:

## الطرح

لا تختلف قواعد الطرح المتبعة في الانظمة الثنائية عن قواعد الطرح في النظام العشري، والتي تتمثل في خطوتين:

الخطوة ١: اذا كان الرقم المطروح في العمود الواحد اكبر من الرقم المطروح منه استعبر رقما من العمود التالي والواقع الى اليسار. ان قيمة الرقم المستعبر هي دائما مساوية لقيمة الاساس في النظام العشري.

الخطوة ٢: اطرح القيمة الدنيا من القيمة العليا.

في هذا المثل يطلب منا ان نطرح الرقم الثنائي 01110 من الرقم الثنائي 10101 وسوف نلاحظ ان الطرح في العمود الاول لا يحتاج الى استعارة لان الصفر يمكن ان يطرح من ١. في العمود الثاني علينا ان نطرح واحدا من صفر لذلك نحتاج الى استعارة. نستعير ١ من الرقم التالي الى اليسار. ان الرقم ١ المستعار من العمود الثالث يصبح ٢ في العمود الثاني (لان قوة الاساس هي ٢). ان الرقم ١ في عمود الرباعيات يساوي ٢ في عمود الثنائيات، لذلك يمكن المتابعة بطرح ١ من ٢ في العمود الثاني. في العمود الثالث علينا كذلك ان نطرح ١ من صفر وهنا نحتاج من جديد الى ان نستعير من العمود التالي باتجاه اليسار. العمود الرابع يتضمن صفرا ولا يمكن الاستعارة منه لذلك نستعير من العمود الخامس. ان استعارة ١ من العمود الخامس يمنح ٢ للعمود الرابع. ان الرقم ١ في عمود الست عشريات يساوي ٢ في عمود الثمائيات. وهكذا يصبح العمود الرابع مؤهلا كي نستعير منه. ان الرقم ١ من اصل ٢ المستعار من العمود الرابع يصبح ٢ في العمود الثالث. فنطرح ١ من ٢ ويصبح الرصيد ١. وعندنا يصبح الطرح في العمود الرابع ١ من ١ يصبح الرصيد صفرا. اما في العمود الخامس فيكون الطرح صفرا من صفر والرصيد صفرا. مثال:

$$\begin{array}{r} 10101 \\ -01110 \\ \hline \end{array}$$

العملية الاولى  
(الخطوتان ١ و٢)

$$\begin{array}{r} 10101 \\ -01110 \\ \hline 1 \end{array}$$

العملية الثانية

$$\begin{array}{r} 02 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 11 \end{array}$$

العملية الثالثة

$$\begin{array}{r} 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 165A9 \\ +16A86 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ١: اجمع العمود الاول ابتداء من جهة اليمين.

$$\begin{array}{r} 9 \\ +6 \\ \hline 15=F \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 5A9 \\ +A86 \\ \hline F \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك اعمدة جمع اضافية او كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

تذكر:  $A=10$

$$\begin{array}{r} A \\ +8 \\ \hline 18 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5A9 \\ +A86 \\ \hline 2F \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك اعمدة جمع اضافية او كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5 \\ +A \\ \hline 16 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 5A9 \\ +A86 \\ \hline 02F \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك اعمدة جمع اضافية او كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ +0 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 5A9 \\ +A86 \\ \hline 102F \end{array}$$

العملية الثالثة

$$\begin{array}{r} 10 \\ 6212 \\ 734 \\ -275 \\ \hline 437 \end{array}$$

عندما نقوم بالطرح في النظام الست عشري علينا ان نحول الاحرف من A الى F الى ما تعادله من ارقام في النظام العشري قبل اتمام عملية الطرح. في مثلنا نريد ان نطرح الرقم الست عشري 48F من الرقم الست عشري A7B. يعني العمود الاول طرح F من B او (١٥ من ١١ في النظام العشري). ومن الواضح اننا نحتاج الى الاستعارة. ان استعارة ١ من العمود الثاني يضيف ١٦ الى العمود الاول فيصبح ٢٧. نطرح منه ١٥ فيبقى لنا ١٢. ولما كان الرصيد هو في النظام العشري فاننا نقلبه الى ما يعادله في الست عشري اي الى ٢. في العمود الثاني نطرح ٨ من ٦ مما يقتضي الاستعارة. نستعير ١ من العمود الثالث فيضاف ١٦ الى العمود الثاني ويجعله ٢٢. نطرح منه ٨ فيبقى لنا ١٤ او E في الست عشري. في العمود الاخير نطرح ٤ من ٩ فيبقى لنا ٥. مثال:

$$\begin{array}{r} 16A7B \\ -1648F \\ \hline \end{array}$$

العملية الاولى (الخطوتان ١ و ٢)

$$\begin{array}{r} 27 \\ 15 \\ -F \\ \hline 12=C \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ 16 \\ -27 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 627 \\ A7B \\ -48F \\ \hline C \end{array}$$

العملية الثانية

$$\begin{array}{r} 22 \\ 8 \\ -14=E \end{array} \quad \begin{array}{r} 6 \\ 16 \\ -22 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 22 \\ 9627 \\ A7B \\ -48F \\ \hline EC \end{array}$$

العملية الثالثة

$$\begin{array}{r} 22 \\ 9627 \\ A7B \\ -48F \\ \hline 5EC \end{array}$$

العملية الرابعة

$$\begin{array}{r} 12 \\ 0202 \\ 10101 \\ -01100 \\ \hline 1111 \end{array}$$

العملية الخامسة

$$\begin{array}{r} 12 \\ 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 01111 \end{array}$$

العملية السادسة

$$\begin{array}{r} 12 \\ 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 00111 \end{array}$$

عندما تبرز ضرورة للاستعارة في النظام الثماني فاننا نستعير المساوي العشري للرقم ٨. في مثلنا نريد طرح 275 الثماني من 734 الثماني. في العمود الاول نريد ان نطرح ٥ من ٤ لذلك فاننا نحتاج الى الاستعارة. وعلينا ان نتذكر ان ١ في عمود الثمانيات يساوي ٨ في عمود الاحاد. ومعنى ذلك اننا عندما نستعير للعمود الاول فان ما نستعيره يساوي ٨ مما يجعل الرقم ١٢ (في العشري). نطرح ٥ من ١٢ فيكون رصيد العمود الاول ٧. في العمود الثاني نريد ان نطرح ٧ من ٢ فنستعير ثانية. ان استعارة ١ من العمود الثالث يضيف ٨ الى العمود الثاني ويجعل مجموعه ١٠. ان طرح ٧ من ١٠ يبق لنا ٣. في العمود الثالث نطرح ٢ من اصل ٦ فيبقى لنا ٤. مثال:

$$\begin{array}{r} 734 \\ -275 \\ \hline \end{array}$$

العملية الاولى (الخطوتان ١ و ٢)

$$\begin{array}{r} 7212 \\ 734 \\ -275 \\ \hline 7 \end{array}$$

العملية الثانية

$$\begin{array}{r} 10 \\ 6212 \\ 734 \\ -275 \\ \hline 37 \end{array}$$



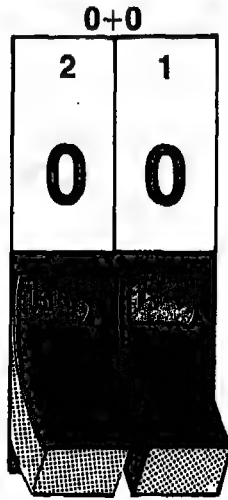
|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

عرضنا في أربعة فصول سابقة للغة الرقمية الثنائية باعتبارها اللغة التي يفهمها الكمبيوتر. فشرحنا أولاً النظام الثنائي ومن ثم النظامين الثنائي والست عشري المتفرعين عنه. ثم عرضنا لقواعد التحويل من الأنظمة الأربعة: العشري والثنائي والست عشري. وأخيراً، عرضنا لقواعد الجمع والطرح في هذه الأنظمة. وفي هذا الفصل سوف نُفسر كيف تُترجم اللغة الرقمية الثنائية عملياً إلى لغة يفهمها الكمبيوتر، أي كيف تتحول اللغة الرقمية إلى لغة ثنائية إلكترونية.

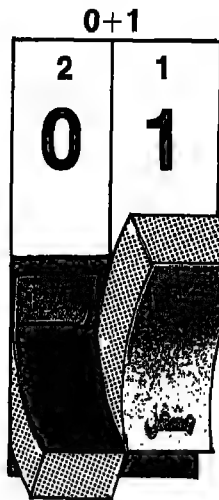
## الفصل الحادي عشر اللغة الثنائية الإلكترونية

### اللغة الثنائية

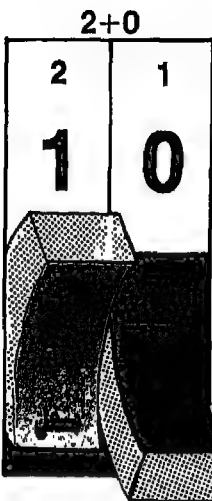
توجد داخل كل كمبيوتر ملايين البدالات التي تخزن الطاقة الكهربائية وتنظم سريانها عبر الدارات الكهربائية. ولأن البدالات ذات طبيعة ثنائية فهي دائماً في إحدى وضعيتين: إما مشغلة أو مطفأة. وكل وضعية من هاتين الوضعيتين توازي قيمة رقمية. فحينما تكون في وضعية تشغيل فإنها تمثل الرقم الاصبعي الثنائي «واحد» وهي الوضعية التي يكون فيها التيار مخزناً أو مرسلًا عبر الدارة. وحينما تكون في وضعية إطفاء فهي تمثل الرقم الاصبعي الثنائي «صفر» أي الوضعية التي لا يكون فيها أي تيار مخزناً أو مرسلًا.



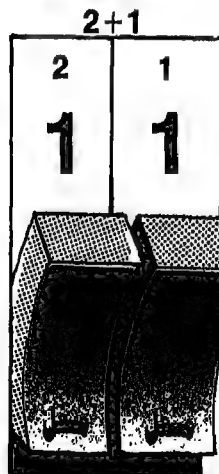
المعادل  
العشري  
= 0



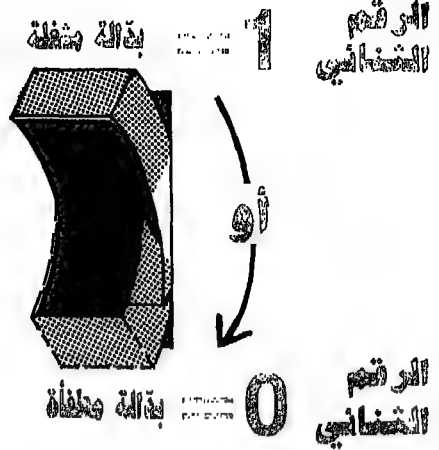
= 1  
المعادل  
العشري



المعادل  
العشري  
= 2



المعادل  
العشري  
= 3



وهذا يعني أن:

بدالة واحدة تبعث رمزين ثنائيين  
وبدالتان تبعثان ب ٤ رموز ثنائية.

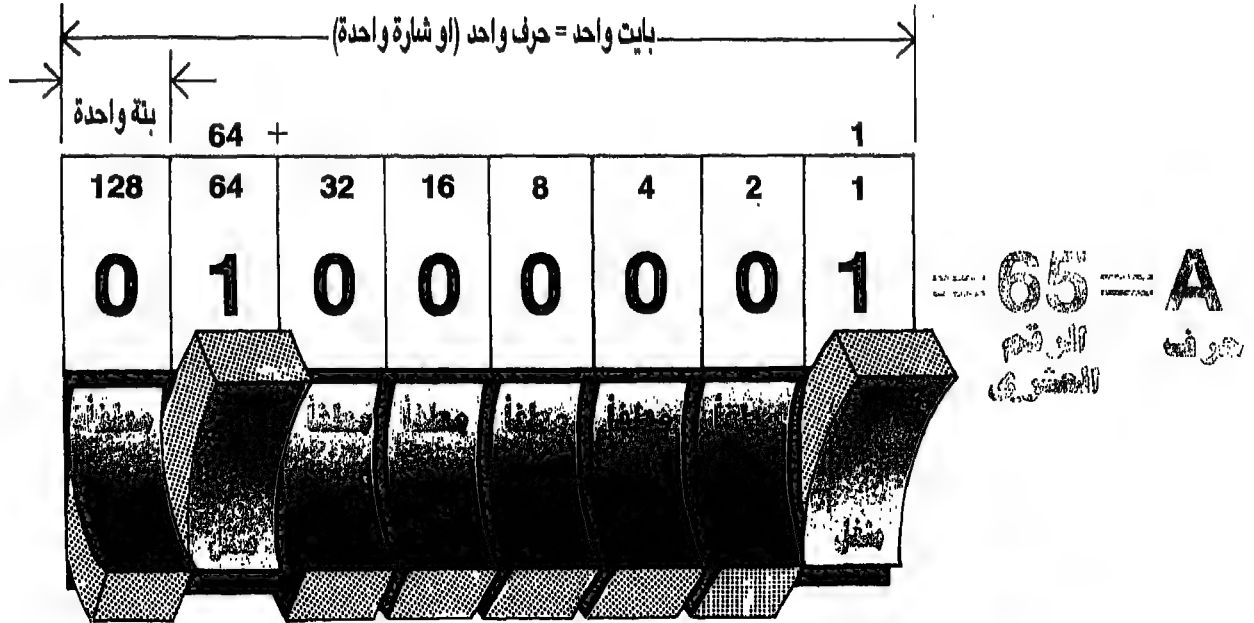
وكلما زدنا البدالات كلما أمكننا إرسال المزيد من الرموز الثنائية. ذلك أن عدد هذه الرموز يتضاعف مع كل بدالة جديدة. أي أن: ٣ بدالات ترسل ٨ رموز ثنائية. ٤ بدالات ترسل ١٦ رموز ثنائية. وهكذا دواليك.

كما هو مبين في الشكل اللاحق

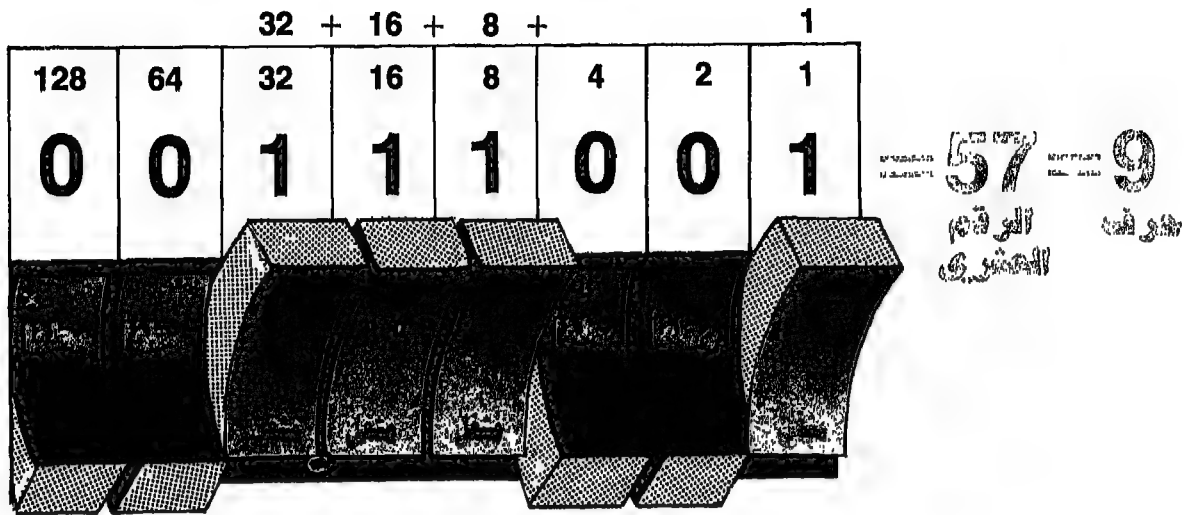
## تحويل الاحرف الى اشارات

جداول تحويلية يعبر فيها بالارقام الثنائية صفر وواحد عن كل رقم عشري او كل حرف ابجدي او شكل رمزي يمكن ان نستعمله. والمثال التالي يبين لنا كيف نستطيع ان نعبر عن الحرف A والذي يساوي ٦٥ في النظام الرقمي العشري بالغة الثنائية الالكترونية.

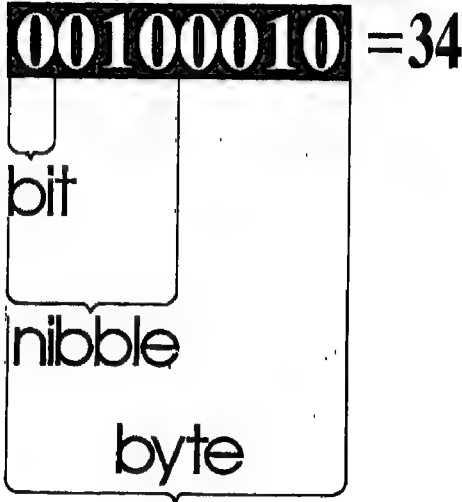
حينما نضغط على مفتاح في لوحة المفاتيح التابعة لجهاز الكمبيوتر فان مجموعة مكونة من ثمانية بدالات تبعث برسالة مؤلفة من ٨ بتات (او بايتا واحدا) لتجري معالجتها في وحدة المعالجة المركزية. هذه الرسالة تمثل المفتاح الذي ضغطنا عليه. ولما كانت لوحة المفاتيح تمثل ارقاما واحرفا ابجدية واشكالا رمزية فقد وضعت



اما المثال التالي فيبين لنا كيف نستطيع ان نعبر عن الرقم ٩ في النظام الثنائي والمساوي لـ ٥٧ في النظام الرقمي العشري بالغة الثنائية الالكترونية.



## الرقم العشري



## جدول وحدات التخزين

حدّد الرياضي «كلود شانون» أصغر وحدة معلومات في اللغة الثنائية بـ «البتة» (Binary Digit/Bit) وكل ثمانية بتات تشكل وحدة تُطلق عليها تسمية البايت (Byte). والبعض يستعمل وحدة مؤلفة من ٤ بتات يُطلق عليها تسمية «نibble» (Nibble) ومعناها الحرفي القسمة. ولما كان البايت يتألف من ثمانية بتات، فمعنى ذلك أنه مساو لحرف. فإذا كان لدينا نص للمعالجة مكوّن من ألف حرف فمعنى ذلك أنه يتألف من ألف بايت أو أربعة آلاف «نibble» أو ثمانية آلاف بتة. وهناك كمبيوترات تعالج النصوص بوحدة أكبر من البايت يطلق عليها تسمية «كلمات».

٨ بتات = ١ بايت أي إشارة واحدة (حرف واحد أو رقم عشري واحد أو رمز واحد).

١٠٢٤ بايت = ١ ك (كيلوبايت) = ١٠٢٤ إشارة.

١٠٠٠ ك = ١ م (ميغابايت) = ١٠٢٤٠٠٠ إشارة.

١٠٠٠ م = ١ غ (جيجابايت) = ١٠٢٤٠٠٠٠٠٠ إشارة.

الاتصالات. هذه اللائحة يُطلق عليها اسم نظام أسكي المعايير لتبادل المعلومات. بموجب هذا النظام اختيرت الأرقام العشرية لتمثل الحروف الأبجدية والأرقام والرموز والوظائف المستعملة في الكمبيوترات. وهي موضحة أدناه وإلى جانبها وضعت الأرقام المعادلة لها في النظام الرقمي الثنائي وذلك بحسب النظام الترميزي الأميركي المعايير لتبادل المعلومات «أسكي» (ASCII-American Standard Code for Information Interchange)

## نظام أسكي المعايير

معظم الرموز الثنائية ثمانية البتات نظرا إلى أن الرمز الثماني البتات يساوي ٢ مرفوعة للقوة ٨ أي ٢٥٦ تركيبة مختلفة لأحاد واصفار. وهو عدد كاف نستطيع أن نعبر به عن جميع الحروف الأبجدية والأرقام والرموز التي نستعملها في اتصالاتنا والتي نطلق عليها اسم «إشارات» الكترونية. وهكذا تتبع الرموز الثنائية المكونة من ثماني «بتات» وضع لائحة بجميع الأحرف والأرقام التي يمكن أن تستعمل في

| 16<br>Hex | 8<br>Octal | 10<br>Decimal | 2<br>Binary | ASCII |
|-----------|------------|---------------|-------------|-------|
| 18        | 030        | 024           | 00011000    | CAN   |
| 19        | 031        | 025           | 00011001    | EM    |
| 1A        | 032        | 026           | 00011010    | SUB   |
| 1B        | 033        | 027           | 00011011    | ESC   |
| 1C        | 034        | 028           | 00011100    | FS    |
| 1D        | 035        | 029           | 00011101    | GS    |
| 1E        | 036        | 030           | 00011110    | RS    |
| 1F        | 037        | 031           | 00011111    | US    |
| 20        | 040        | 032           | 00100000    | space |
| 21        | 041        | 033           | 00100001    | !     |
| 22        | 042        | 034           | 00100010    | "     |
| 23        | 043        | 035           | 00100011    | #     |
| 24        | 044        | 036           | 00100100    | \$    |
| 25        | 045        | 037           | 00100101    | %     |
| 26        | 046        | 038           | 00100110    | &     |
| 27        | 047        | 039           | 00100111    | '     |
| 28        | 050        | 040           | 00101000    | (     |
| 29        | 051        | 041           | 00101001    | )     |
| 2A        | 052        | 042           | 00101010    | *     |
| 2B        | 053        | 043           | 00101011    | +     |
| 2C        | 054        | 044           | 00101100    | ,     |
| 2D        | 055        | 045           | 00101101    | -     |
| 2E        | 056        | 046           | 00101110    | .     |
| 2F        | 057        | 047           | 00101111    | /     |
| 30        | 060        | 048           | 00110000    | 0     |
| 31        | 061        | 049           | 00110001    | 1     |
| 32        | 062        | 050           | 00110010    | 2     |
| 33        | 063        | 051           | 00110011    | 3     |

## طاقم رموز اسكي

| 16<br>Hex | 8<br>Octal | 10<br>Decimal | 2<br>Binary | ASCII |
|-----------|------------|---------------|-------------|-------|
| 00        | 000        | 000           | 00000000    | NUL   |
| 01        | 001        | 001           | 00000001    | SOH   |
| 02        | 002        | 002           | 00000010    | STX   |
| 03        | 003        | 003           | 00000011    | ETX   |
| 04        | 004        | 004           | 00000100    | EOT   |
| 05        | 005        | 005           | 00000101    | ENQ   |
| 06        | 006        | 006           | 00000110    | ACK   |
| 07        | 007        | 007           | 00000111    | BEL   |
| 08        | 010        | 008           | 00001000    | BS    |
| 09        | 011        | 009           | 00001001    | HT    |
| 0A        | 012        | 010           | 00001010    | LF    |
| 0B        | 013        | 011           | 00001011    | VT    |
| 0C        | 014        | 012           | 00001100    | FF    |
| 0D        | 015        | 013           | 00001101    | CR    |
| 0E        | 016        | 014           | 00001110    | SO    |
| 0F        | 017        | 015           | 00001111    | SI    |
| 10        | 020        | 016           | 00010000    | DLE   |
| 11        | 021        | 017           | 00010001    | DC1   |
| 12        | 022        | 018           | 00010010    | DC2   |
| 13        | 023        | 019           | 00010011    | DC3   |
| 14        | 024        | 020           | 00010100    | DC4   |
| 15        | 025        | 021           | 00010101    | NAK   |
| 16        | 026        | 022           | 00010110    | SYN   |
| 17        | 027        | 023           | 00010111    | ETB   |

| 16<br>Hex | 8<br>Octal | 10<br>Decimal | 2<br>Binary | ASCII |
|-----------|------------|---------------|-------------|-------|
| 5C        | 134        | 092           | 01011100    |       |
| 5D        | 135        | 093           | 01011101    | }     |
| 5E        | 136        | 094           | 01011110    |       |
| 5F        | 137        | 095           | 01011111    | ~     |
| 60        | 140        | 096           | 01100000    |       |
| 61        | 141        | 097           | 01100001    | a     |
| 62        | 142        | 098           | 01100010    | b     |
| 63        | 143        | 099           | 01100011    | c     |
| 64        | 144        | 100           | 01100100    | d     |
| 65        | 145        | 101           | 01100101    | e     |
| 66        | 146        | 102           | 01100110    | f     |
| 67        | 147        | 103           | 01100111    | g     |
| 68        | 150        | 104           | 01101000    | h     |
| 69        | 151        | 105           | 01101001    | i     |
| 6A        | 152        | 106           | 01101010    | j     |
| 6B        | 153        | 107           | 01101011    | k     |
| 6C        | 154        | 108           | 01101100    | l     |
| 6D        | 155        | 109           | 01101101    | m     |
| 6E        | 156        | 110           | 01101110    | n     |
| 6F        | 157        | 111           | 01101111    | o     |
| 70        | 160        | 112           | 01110000    | p     |
| 71        | 161        | 113           | 01110001    | q     |
| 72        | 162        | 114           | 01110010    | r     |
| 73        | 163        | 115           | 01110011    | s     |
| 74        | 164        | 116           | 01110100    | t     |
| 75        | 165        | 117           | 01110101    | u     |
| 76        | 166        | 118           | 01110110    | v     |
| 77        | 167        | 119           | 01110111    | w     |
| 78        | 170        | 120           | 01111000    | x     |
| 79        | 171        | 121           | 01111001    | y     |
| 7A        | 172        | 122           | 01111010    | z     |
| 7B        | 173        | 123           | 01111011    | {     |
| 7C        | 174        | 124           | 01111100    |       |
| 7D        | 175        | 125           | 01111101    | }     |
| 7E        | 176        | 126           | 01111110    | ~     |
| 7F        | 177        | 127           | 01111111    | DEL   |

| 16<br>Hex | 8<br>Octal | 10<br>Decimal | 2<br>Binary | ASCII |
|-----------|------------|---------------|-------------|-------|
| 34        | 064        | 052           | 00110100    | 4     |
| 35        | 065        | 053           | 00110101    | 5     |
| 36        | 066        | 054           | 00110110    | 6     |
| 37        | 067        | 055           | 00110111    | 7     |
| 38        | 070        | 056           | 00111000    | 8     |
| 39        | 071        | 057           | 00111001    | 9     |
| 3A        | 072        | 058           | 00111010    | :     |
| 3B        | 073        | 059           | 00111011    | ;     |
| 3C        | 074        | 060           | 00111100    | <     |
| 3D        | 075        | 061           | 00111101    | >     |
| 3E        | 076        | 062           | 00111110    | ?     |
| 3F        | 077        | 063           | 00111111    | ?     |
| 40        | 100        | 064           | 01000000    | @     |
| 41        | 101        | 065           | 01000001    | A     |
| 42        | 102        | 066           | 01000010    | B     |
| 43        | 103        | 067           | 01000011    | C     |
| 44        | 104        | 068           | 01000100    | D     |
| 45        | 105        | 069           | 01000101    | E     |
| 46        | 106        | 070           | 01000110    | F     |
| 47        | 107        | 071           | 01000111    | G     |
| 48        | 110        | 072           | 01001000    | H     |
| 49        | 111        | 073           | 01001001    | I     |
| 4A        | 112        | 074           | 01001010    | J     |
| 4B        | 113        | 075           | 01001011    | K     |
| 4C        | 114        | 076           | 01001100    | L     |
| 4D        | 115        | 077           | 01001101    | M     |
| 4E        | 116        | 078           | 01001110    | N     |
| 4F        | 117        | 079           | 01001111    | O     |
| 50        | 120        | 080           | 01010000    | P     |
| 51        | 121        | 081           | 01010001    | Q     |
| 52        | 122        | 082           | 01010010    | R     |
| 53        | 123        | 083           | 01010011    | S     |
| 54        | 124        | 084           | 01010100    | T     |
| 55        | 125        | 085           | 01010101    | U     |
| 56        | 126        | 086           | 01010110    | V     |
| 57        | 127        | 087           | 01010111    | W     |
| 58        | 130        | 088           | 01011000    | X     |
| 59        | 131        | 089           | 01011001    | Y     |
| 5A        | 132        | 090           | 01011010    | Z     |
| 5B        | 133        | 091           | 01011011    | [     |

DC1 = direct control 1  
 DC2 = direct control 2  
 DC3 = direct control 3  
 DC4 = direct control 4  
 NAK = negative acknowledge  
 SYN = synchronous idle  
 ETB = end transmission block  
 CAN = cancel  
 EM = end of medium  
 SUB = substitute  
 ESC = escape  
 FS = form separator  
 GS = group separator  
 RS = record separator  
 US = unit separator  
 SP = space

NUL = null  
 SOH = start of heading  
 STX = start of text  
 ETX = end of text  
 EOT = end of transmission  
 ENQ = enquiry  
 ACK = acknowledge  
 BEL = bell  
 BS = backspace  
 HT = horizontal tab  
 LF = line feed  
 VT = vertical tab  
 FF = form feed  
 CR = carriage return  
 SO = shift out  
 SI = shift in  
 DLE = data link escape

تفسير  
 الرموز



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

في الفصول الأربعة ما قبل الأخيرة استعرضنا اللغة الرقمية الثنائية التي يفهمها الكمبيوتر ويتعامل بواسطتها، ثم عرضنا في الفصل الأخير للغة الثنائية الإلكترونية، أي الكيفية التي يُترجم فيها الكمبيوتر عملياً، التعليقات الثنائية إلى إشارات إلكترونية ويميز الصفر عن الواحد، ثم كيف يُميز حرفاً أبجدياً أو رقماً أو رمزاً عن غيره من خلال قواعد مُعايرة. وفي هذا الفصل نعرض لجانب هام وأساسي جداً في عمل الكمبيوتر وهو المنطق الكمبيوترى أي لمجموعة القواعد التي تُشكّل أساس العمليات الحسابية والمنطقية في الكمبيوتر.

## الفصل الثاني عشر المنطق الكمبيوترى ١

### الجبر البولي



العالم الرياضي «جورج بول» واضع نظام المنطق الرمزي الذي يعتبر من المحطات الهامة في الطريق إلى الكمبيوتر

في اوائل القرن التاسع عشر وضع العالم الرياضي البريطاني جورج بول، والذي درس على نفسه، نظام المنطق الرمزي المعروف بالجبر البولي (Boolean Algebra) الذي يمكن تطبيقه على الارقام والحروف والعبارات، كما ويسمح بتشفير الفرضيات، اي العبارات التي يمكن اثبات صحتها او خطئها، بلغة رمزية ومن ثم التعامل معها كما ولو كانت ارقاما.

اهم العمليات الاساسية في الجبر البولي ثلاث:

و (AND)، او (OR)، لا (NOT). وهي تكفي للجمع والطرح والضرب والقسمة بل ومقارنة الارقام والرموز مع بعضها البعض.

اضافة الى هذه العمليات الثلاث يُوجد في الجبر البولي ما يُعرف بـ «البوابات المنطقية» (Logic Gates) وهي معابر بيانات ثنائية تعالج نوعين فقط من الكيانات المنطقية:

صح ام خطأ، نعم ام لا، مفتوح ام مغلق، صفر ام واحد.

فإذا عمدنا الى ترتيب الوف البدالات الالكترونية الدقيقة التي تتضمنها الشرائح بحسب المنطق البولي فإنها تصبح بوابات منطقية قادرة على القيام بالعمليات الحسابية والمنطقية في الوقت نفسه.



## البوابات المنطقية



حينما تجمع البوابات المنطقية بعضها الى بعض في تركيبات متنوعة فإنها تمكن الكمبيوتر من ان يقوم باعماله بواسطة النبضات الالكترونية المشفرة والتي تعبر عن اللغة الرقمية الثنائية التي يستخدمها الكمبيوتر.

وكل بوابة منطقية تقبل «داخل» (Input) في شكل فولطات كهربائية عالية او منخفضة وتقيسها استنادا الى قواعد مقررة سلفا، وتصدر «خارج» منطقيا (Logical Output) واحدا، هو بدوره على شكل فولط كهربائي عال او منخفض. هذا الفولط الخارج يستطيع ان يمثل أيا من الوضعيات الثنائية التالية: نعم - لا، واحد - صفر، صحيح - خطأ.

ان بوابة و على سبيل المثال تعطي المعادل الثنائي للرقم ١ فقط اذا كان الداخل صحيح منطقيا. كما وان بعض البيانات يمكن ان تنتقل من موقع الى آخر وتستطيع ان تفعل ذلك فقط حينما تتلقى بوابة و اشارة صحيح على جميع خطوط الداخل المتصلة بها.

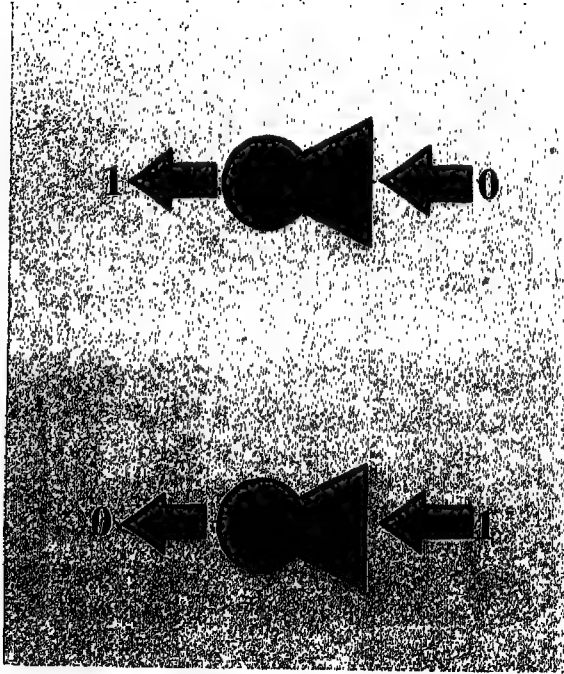
والقواعد التي تتحكم بسير البوابات المنطقية هي التي تمكنها من تنظيم حركة البيانات والتعليمات داخل الكمبيوتر.

الرسوم الثلاثة المرفقة توضح طريقة تنفيذ عمل البوابات. اما الصورة في الصفحة المقابلة، فتمثل بوابة منطقية فعلية داخل الشريحة: الخطوط البيضاء «العنكبوتية» مصنوعة من الالومنيوم ومهمتها وصل الترانزستورات بباقي مكونات الدارة المدمجة (الصورة مكبرة ٣٩ مرة). اما الحجم الحقيقي للبوابة فهو النقطة الصغيرة البيضاء فوق البوابة.

الرسم (١)

تمثل البوابات المرسومة اعلاه بوابات و وهي منسقة على غرار عمل الدارات الكهربائية. ورغم ان كل بوابة هي موسومة بسهمي «داخل» فان بوابات و تستطيع، بالواقع، قبول «داخليين». ولكن، وعلى غرار جميع البوابات المنطقية، فإنها لا تصدر الا خارج واحد.

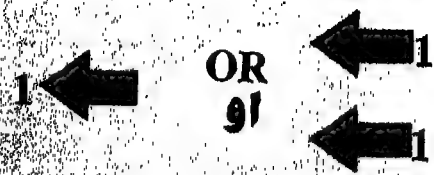
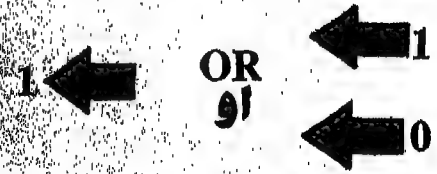
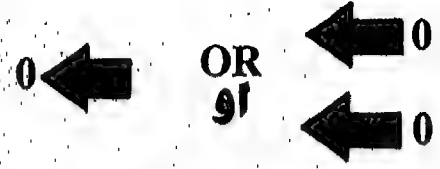
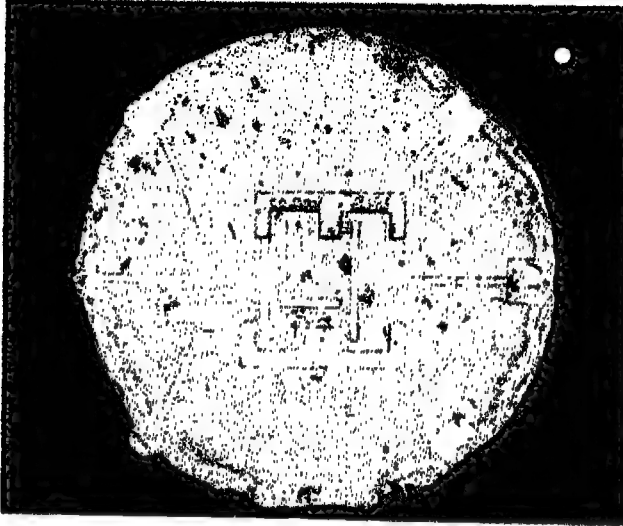
والقاعدة الرئيسية التي تتحكم ببوابة و هي انها تمرر ما يعادل الرقم ١ الثنائي او فرضية صحيح المنطقية وذلك فقط عندما يكون جميع «الداخل» اليها من نوع صحيح. ويلاحظ ان البوابات الثلاث العليا تمرر صفر او فرضية خطأ المنطقية لأنها لا تتلقى (كداخل). وحدها البوابة السفلى تمرر الرقم ١ او صحيح كخارج.



الرسم (٣)

تمتاز بوابة لا بأنها عاكسة، أي أنها تحول الإشارة إلى عكسها. ولذلك نلاحظ بأنها مرسومة على شكل سهم ينتهي رأسه بدائرة لتدوير النتائج. وخلافا لبوابات و و أو فإن بوابة لا تقبل داخلا واحدا فقط والذي يتم تحويله إلى نقيضه، أي من صفر إلى واحد أو من واحد إلى صفر.

وغالبا ما ترمز بوابات أو مع بوابات و و أو لتشكيل بوابات موجبة هي بوابتي لا و (NAND أي Not AND) و لا أو (NOR أي Not Or) واللذان تستعملان لمعالجة الداخل بحسب قواعد و / أو ومن ثم عكس النتائج أو ترميزها.



الرسم (٢)

الرسم أعلاه يمثل بوابات أو والتي تستطيع، على غرار بوابات و، أن تقبل أكثر من داخلين ولكنها لا تمرر إلا خارجا واحدا. على أنه لا بد من الإشارة إلى أن بوابات أو هي أقل دقة. فإذا تأملنا الرسم نلاحظ أن بوابة أو تمرر الرقم الثنائي 1 أو فرضية صحيح المنطقية إذا كان واحد فقط من الداخل يحمل فرضية صحيح. والمرة الوحيدة التي تمرر فيها بوابة أو صفر الثنائي أو فرضية خطأ المنطقية هي عندما يكون جميع «الداخل» خطأ.

## مكونات البوابة المنطقية

كل كمبيوتر حديث أيا كان حجمه او عمله، يستخدم البوابات المنطقية للقيام بأعماله.

وتتألف البوابة المنطقية من عدة مكونات ابرزها الترانزستورات، اي البدالات الالكترونية التي تعمل على اساس مشغل او مطلقا القادرة على تمرير التيار الكهربائي او ايقافه.

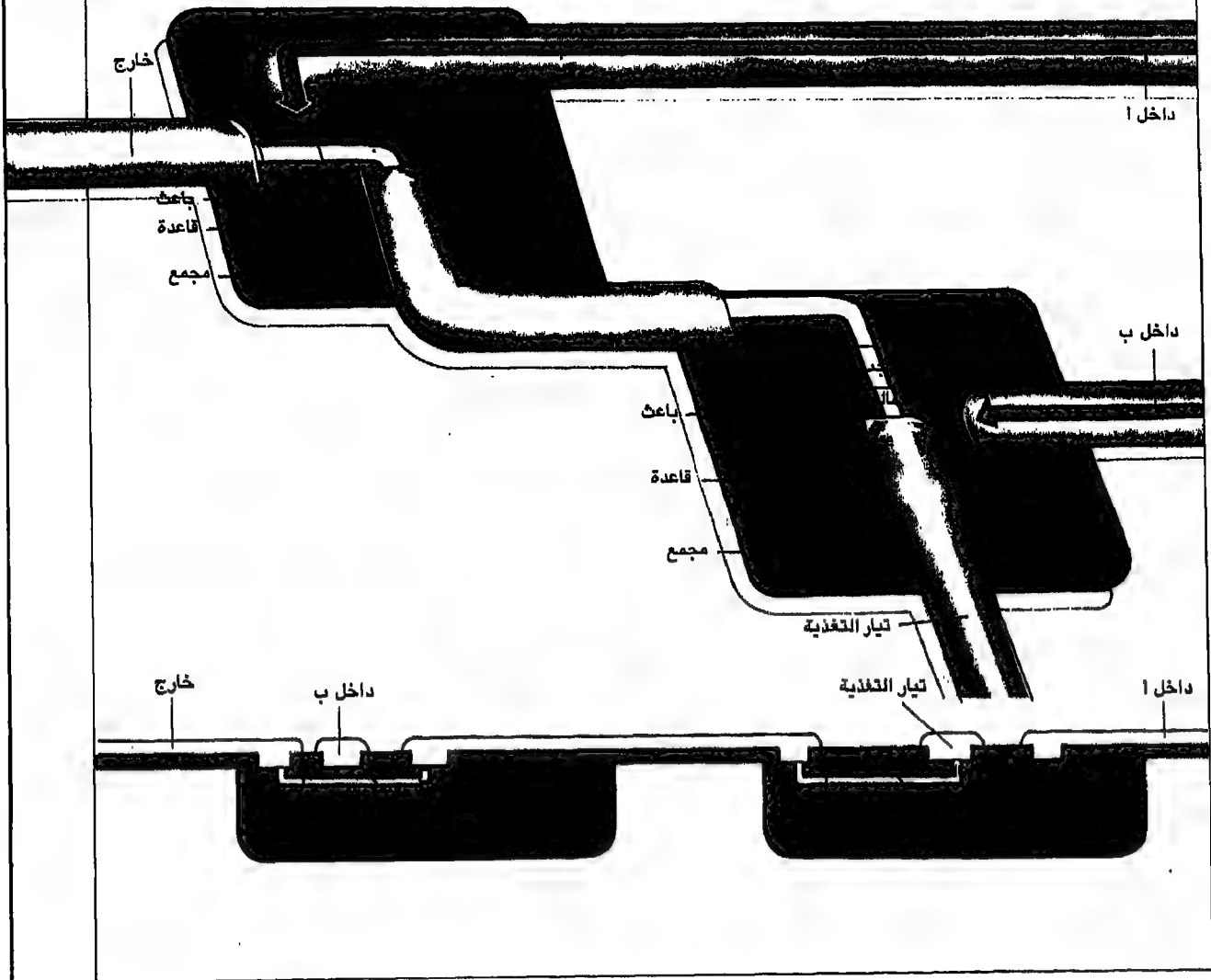
فاذا كانت البوابة من نوع لا فان الترانزستورات معدة بطريقة تجعلها تسمح بعملية ثالثة وهي تلقي التيار الخفيف مثلا وتحويله الى تيار قوي والعكس بالعكس، واعادة ارسال التيار بعد تبديله.

والرسم أدناه يضم تصميمين للبوابة المنطقية احدهما مقطع عرضي (السفلي) والثاني مسطح (العلوي). كلاهما يبينان كيف تبدو البوابة المنطقية من الداخل وكيف تتصل

البوابة الواحدة بالآخرى لتمرير الاشارة التي ترد لها من شقيقتها.

والبوابتان المرسومتان هما بوابتا و وكل واحدة منهما مهيئة لتمرير التيار فقط في الحالة التي يكون فيها التيار مرتفعا في كل الاشارات الكهربائية التي تدخل البوابة. فعندما تعبر النبضات الكهربائية من بوابة الى اخرى، فانها تشغل الترانزستورات عن طريق تمرير التيار بين الباعث (Emitter) والمجمع (Collector). وتكون النتيجة استمرار مرور التيار من بوابة الى اخرى في الدارة.

ويمثل اللون الاخضر التيار واتجاهه، في حين يمثل السهمان الاحمران مصدرين مستقلين لاشارات كهربائية مرتفعة يؤديان بالترانزستورات الى تمرير التيار عبر البوابة. ولو كان احد السهمين او كلاهما منخفض الشدة لكان مرور التيار قد توقف عن العبور.





|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

في الفصل السابق باشرنا شرح المقصود من المنطق الكمبيوترى وعرضنا بصورة خاصة لمفهوم الجبر البولي والبوابات المنطقية وكيفية عملها وتصميمها. وفي هذا الفصل تُتابع شرح المنطق الكمبيوترى مُتناولين طريقة ربط البوابات ببعضها البعض بقصد القيام بالعمليات الحسابية.

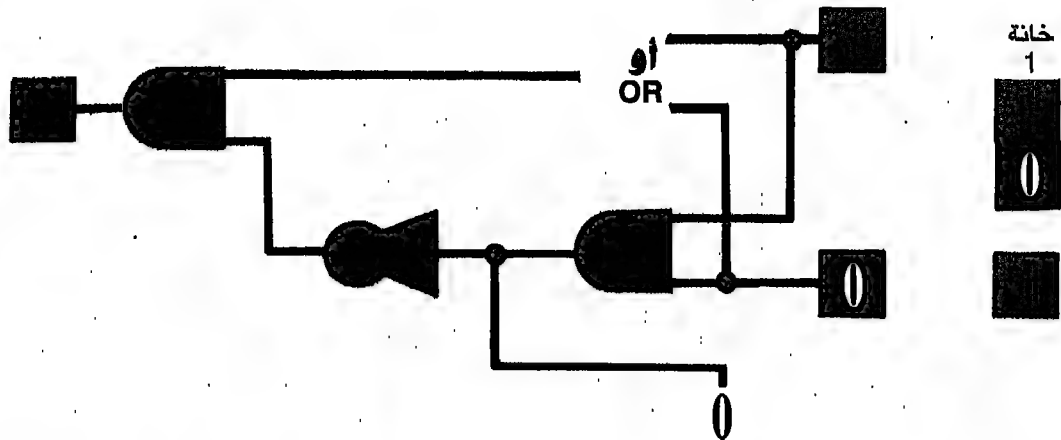
## الفصل الثالث عشر المنطق الكمبيوترى ٢

هذان النوعان من الدارات يمكنان الكمبيوتر من القيام بعمليات الجمع الثنائية. ثم، وبقليل من التعديل، يسمحان كذلك بالطرح والضرب والقسمة.  
والنوع الايسر بينهما هو بالطبع الجوامع النصفية التي تستطيع جمع رقمين إصبعيين (Digits) ثنائيين، واطهار النتيجة مع أي رصيد قد يتبقى. ولكنها لا تستطيع التعامل مع

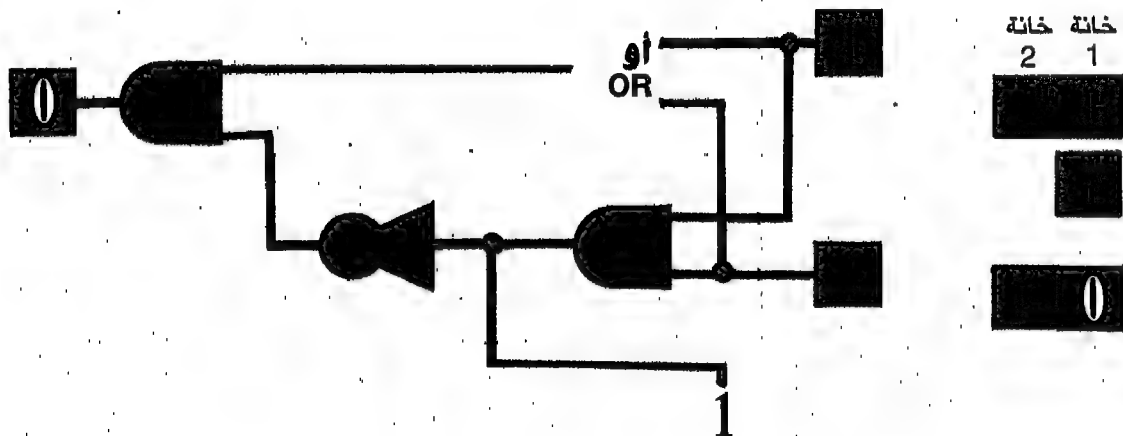
النتيجة صفحة ٢٤

### ربط البوابات المنطقية ببعضها

يمكن ربط البوابات المنطقية و، أو، لا ببعضها البعض لتشكيل نوعين من الدارات الالكترونية والتي يطلق عليها اسم جوامع نصفية (Half-Adders) وجوامع كلية (Full-Adders) على التوالي.



الرسم رقم ١



الرسم رقم ٢

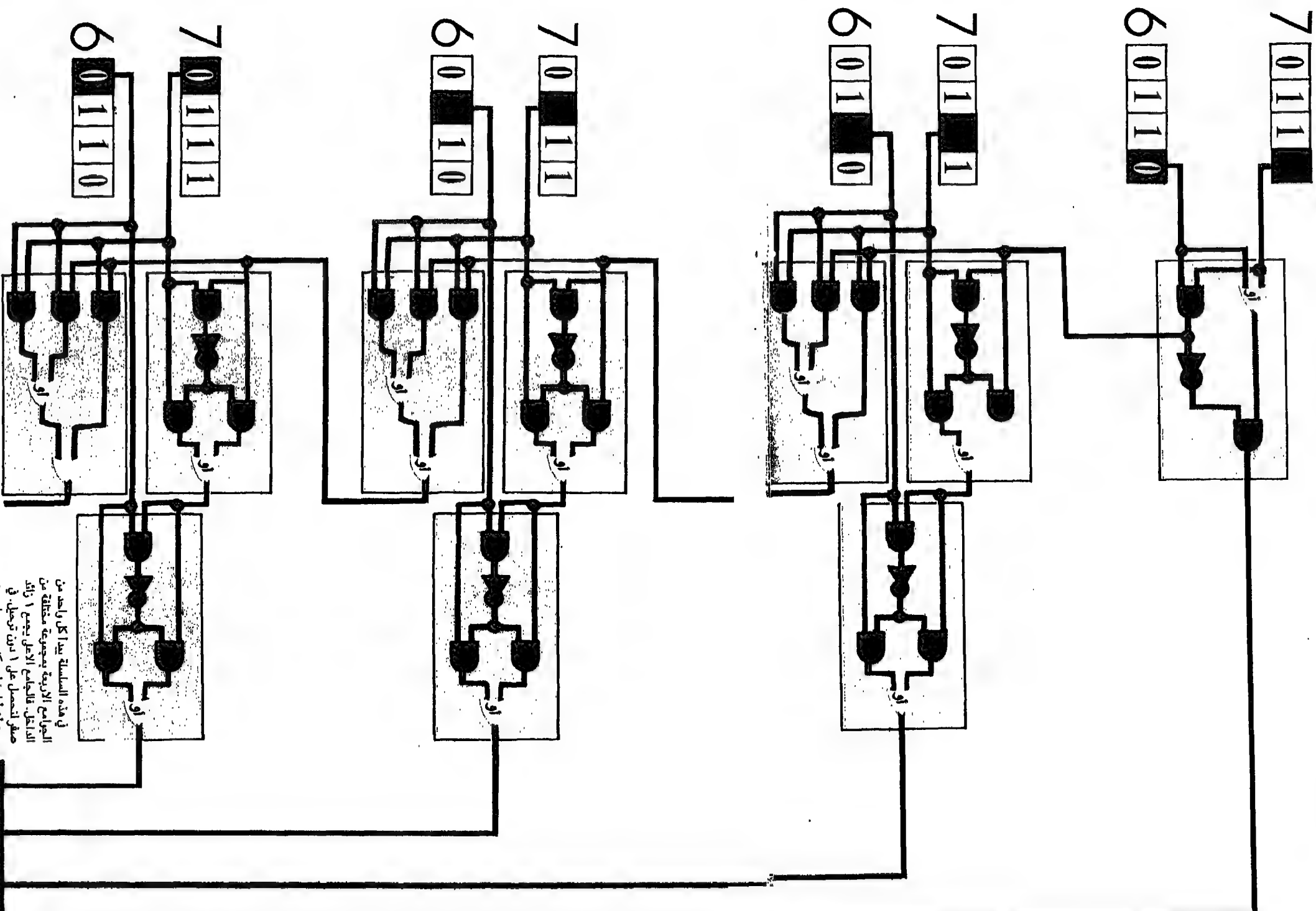
| خانة | خانة | خانة | خانة |
|------|------|------|------|
| 8    | 4    | 2    | 1    |

$$\begin{array}{r} 7 \\ + 6 \\ \hline 13 \end{array}$$

مما لا شك فيه أن جمع أرقام ثنائية وعشرية متعادلة يعطي نتائج متعادلة بما في ذلك أرقام مرحلة من خانة إلى أخرى، وبما أن 7 تساوي الرقم الثنائي 0111 و 6 تساوي الرقم الثنائي 0110 فإن مجموع 6+7 يساوي 13 ومعادلة الثاني من مجموع 0110+0111 هي الثاني 1101.

### الجوامع المتسلسلة

وكما أن البوابات المنطقية تجتمع لتشكل جوامع، فيالإمكان كذلك ربط الجوامع المتفردة بعضها إلى البعض الآخر لتشكيل ما يسمى جامع مسلسل (Cascading Adder) وهو أسلوب يعتمد جامعا واحدا لكل زوج من البتات في مسألة ما. في النموذج أدناه لدينا رقمان كل منهما مؤلف من 4 بتات يتم جمعها بواسطة مسلسل مؤلف من 4 جوامع. أولها جامع نصفني لأدنى البتات رتبة والتي يمكن جمعها من دون تحويل. والثلاثة الباقية هي جوامع كاملة. مثل هذه السلاسل يمكن تمديدتها وإمالتها حسب الحاجة ويقدر ما يسمح النظام المختار للعمل بقولها وحلها.



واحدة إلى الجامع التالي وهكذا حتى نهاية السلسلة.

أو 13. وبالملاحظة في كل مرحلة من مراحل الجمع يحصل فيها تحويل قارن الرقم المرسل بعيدا المسألة درجة

نتيجة 1 ويحول 1. أما آخر جامع كي قديع صفرين مع الرقم المرسل لنحصل على 1. وتكون النتيجة 1101

في هذه المسألة يبدأ كل واحد من الجوامع الأربعة بمجموعة مختلفة من الداخل. فالجامع الأول يجمع 1 وأكبر صفر لنحصل على 1 دون تحويل. في حين أن أول جامع كي يجمع واحدتين ويصلي نتيجة صفر ويحول 1 والجامع الكلي التالي يجمع واحدتين أيضا وأك 1 المرسل قبلا ويصلي

تمرّ قوطلا كهربائيا عاليا او الرقم الثنائي ١. وأما اللون الاسود، فيمثل الاسلاك التي تمرّ قوطلا كهربائيا منخفض الرقم صفر الثنائي. اما نقاط تقاطع الاسلاك، حيث يتم ت التيار الوارد من داخل ما الى بوابتين أخريتين او أكثر، فملا بالاسود.

بالمقابل فإن الجوامع الكلية تستطيع أن تتعامل مع رقمين أصبعيين وترحيل ما يتبقى لاستعماله في أي مكان آخر من السلسلة.

ولا يوجد هناك نسق واحد محدد للعناصر المنطقية التي

تشكل هذه الدارات، بل هناك ترتيبات مختلفة لتشكيل

البوابات. (والجدير بالذكر أن بوابة أو كافية بحد ذاتها للقيام بثلاثة أرباع المهام المطلوبة من جامع نصفي نظرا إلى أنها تمرر صفر عندما يكون الداخلان صفر أو ١ فقط عندما يكون أحد الداخلين ١. لكن، ولسوء الحظ، فإنَّ بوابة أو، التي تمرر ١ عندما يكون أحد الداخلين ١، تعطي أيضا ١ عندما يكون الداخلان ١، وليس صفر كما لو أنَّها عملية جمع في النظام الثنائي، حيث داخلان ١ ينتجان صفر، ثمَّ ١ للترحيل).

والواقع أنه يكفي أن يعطينا الترتيب الذي اخترناه للبوابات الرقم ١ أو صفر وذلك حسب مقتضى الحال لأجراء جميع المهام الحسابية والمنطقية المطلوبة.

والرسوم الثلاثة (٢١و) المنشوران على صفحة ٣١ والرسم (٢٣) المنشور أدناه) تبين أبسط أنواع المخططات المعتمدة للبوابات وأقلها تعقيدا. وتمثل الخطوط الحمر الاسلاك التي

الرسم رقم ٣

### الرسم (٣)

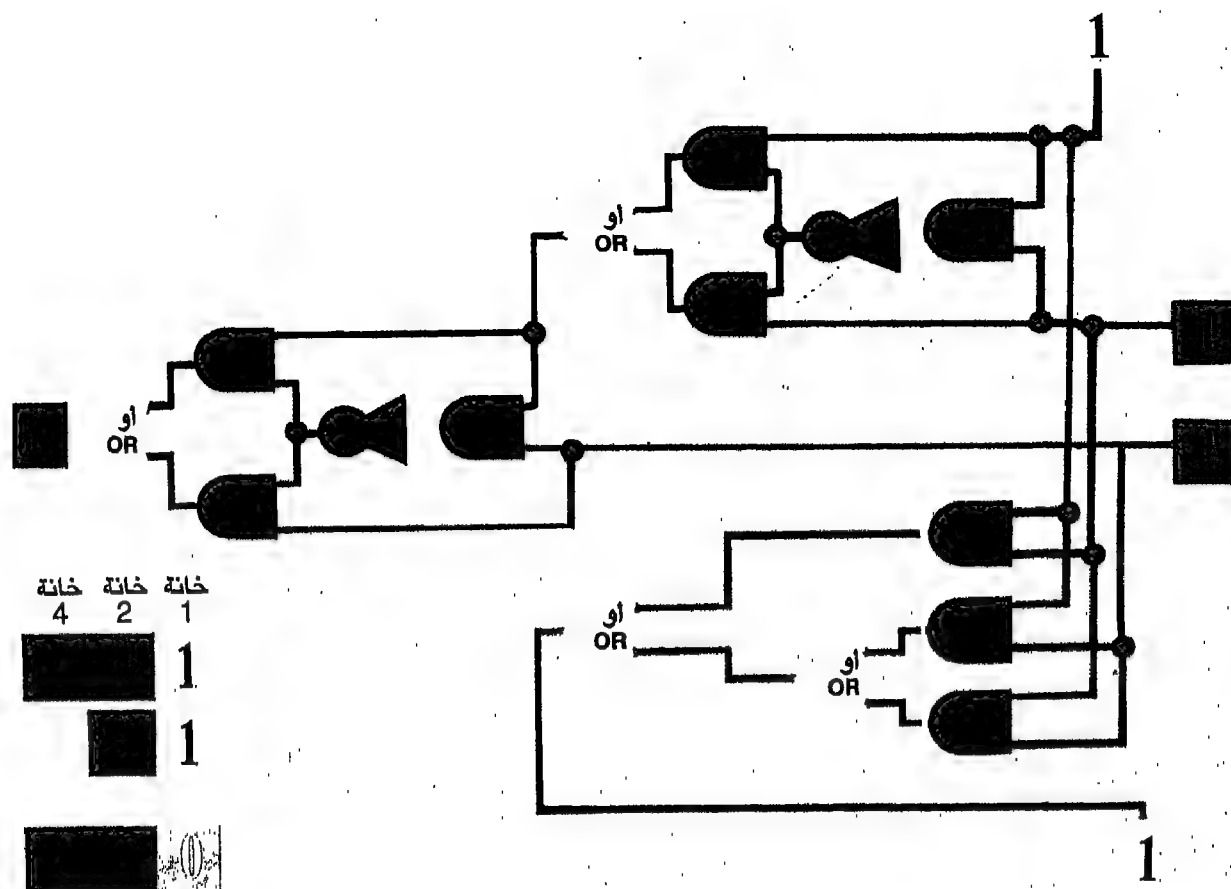
نحتاج الى جامع كلي لمعالجة  
عمليات الجمع التي تحوي ارقام  
مرحلة. في المثال التالي جرى ترتيب  
البوابات في ثلاث وحدات مستقلة  
بقصد ايضاح اسلوب عملها. تتو  
الوحدة العليا معالجة الارقام المر  
وارقام الـ ١ التي تشكل داخلا  
وتعطي صفراً، والذي يمر بدوره ا  
الوحدة الاخيرة (الجانبية) لتعال  
مع الداخل الآخر وتعطي الرقم ١  
كنتيجة.

أما الوحدة السفلى فتعالج كلا أرقام الداخل والأرقام المرحلة لا الرقم ١ والذي يمر بدوره الى خط الترحيل.

الرسمان (٢٠١) منشوران على ص ٣١

جامعان تصفيان كل منهما مؤلف  
من بوابة او لا و يوضحان كيف  
يتم جمع رقمين اصبعيين ثنائيين.  
النموذج الاعلى يمرر التاي من داخلين  
أحدهما صفر والاخر ١ عبر بوابتي او  
وبوابة و لا. تمرد بوابة او الرقم  
١ الى البوابة و فتعطي الاخرية صفر.  
عندئذ تتولى بوابة لا عكس الصفر الى  
١ والذي يلتقم مع ١ المعطى قبلا من  
بوابة او ليصيرها داخلا في بوابة  
و الثانية فتعطينا هذه نتيجة ١ دون  
انه بقية.

أما الجامع السفلي فيتبع  
الاجراءات نفسها لجمع ١ مع ١  
ويبقى ١ للترحيل.

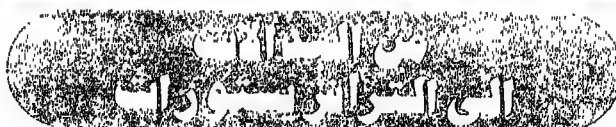
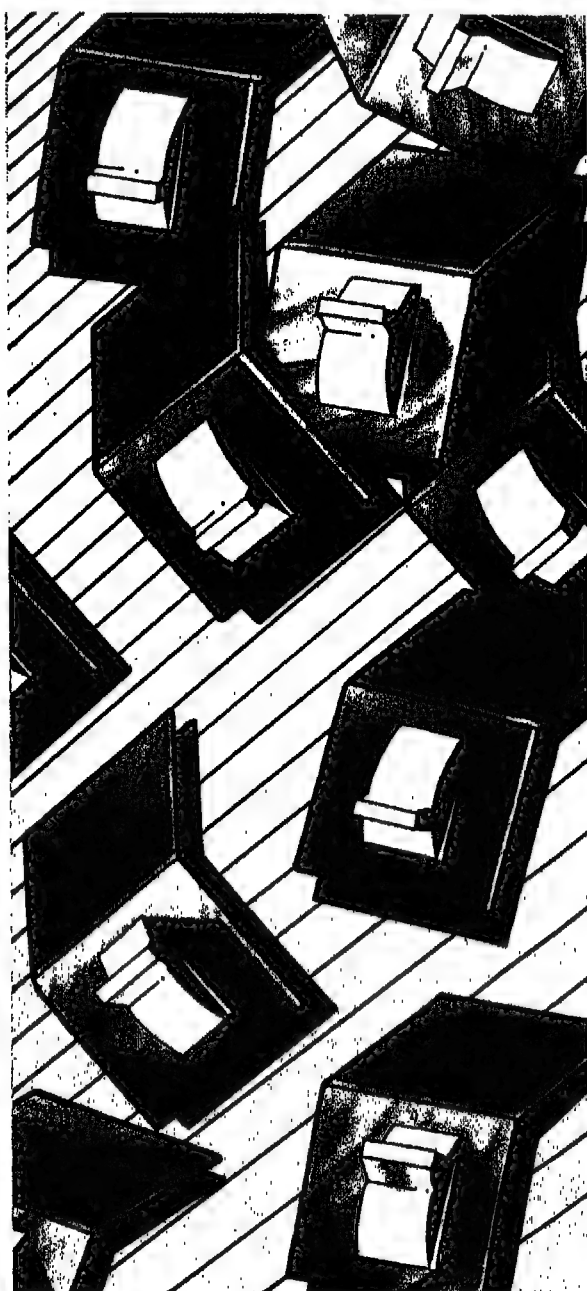




|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | البيانات | التأهيل | الطريفات |

ذكرنا في الفصل ما قبل الأخير أن للجبر البولي ثلاث عمليات أساسية وهي، و، أو، لا،  
تُستعمل للجمع والطرح والضرب والقسمة وكذلك لمقارنة الأرقام والرموز بعضها ببعض،  
وشرحنا طريقة عمل الجبر البولي وخاصة «البوابات المنطقية»، كما ذكرنا أن الجبر البولي يسمح  
بالتعامل مع الفرضيات المنطقية أي العبارات التي يُحتمل أن تكون إما صحيحة وإما خاطئة. وفي  
هذا الفصل نبيّن كيف تتم معالجة الفرضيات المنطقية على نحو رقمي ثنائي.

## الفصل الرابع عشر الدارات المنطقية ١



في النظام الإلكتروني الثنائي توجد، كما عرضنا مراراً، حالتان لا ثالث لهما  
يتعامل معها الكمبيوتر وهما في مختلف أحوالهما إما «مفتوح أم مغلق» أو «صحيح  
أم خطأ» أو «نعم أم لا» أو «واحد أم صفر».

فعندما نريد التعامل مع الفرضيات المنطقية فإننا نعتمد فرضيتي صح أم خطأ.  
فإذا تكون الفرضية صحيحة أم خاطئة ولا يوجد حل وسط. أي لا يوجد نصف  
صحيح ولا نصف خطأ. ولا ثلاثة أرباع صحيح ولا ربع خطأ. والبدالة هي إما  
مفتوحة أو مغلقة، أي إما ١ أو صفر.

لذلك فعندما تكون العبارة أو الفرضية صحيحة فإننا نقول إن قيمتها واحد وإذا  
كانت خاطئة فنقول إن قيمتها صفر. وعلى سبيل المثال إذا قلنا إن «الماء رطب»  
نستطيع أن نعبر عن ذلك بما يلي:  $1 = \text{الماء رطب}$ . ولما كانت هذه الفرضية  
صحيحة أي أن الماء هو رطب حقاً فإننا نكتب الفرضية على الشكل التالي:  $1 = 1$ .  
[ينبغي أن نلاحظ هنا أن ١ لا يعني نصف ٢ أو ثلث ٣ بل كياناً واحداً غير قابل  
للتجزئة ويمثل قيمة منطقية للفرضية الصحيحة].

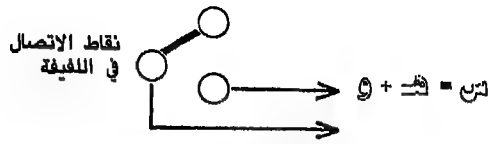
وإذا قلنا إن «الثلج أسود» نعبر عن هذه العبارة بما يلي:  $ب = \text{الثلج الاسود}$ .  
ولما كانت هذه الفرضية غير صحيحة فإننا ندونها على الشكل التالي:  $ب = \text{صفر}$ .  
وعندها تكون لدينا فرضيتان  $1 = 1$  و  $ب = \text{صفر}$  وبالتالي تكون عندنا قيمتان لا  
ثالث لهما: الواحد والصفر.

وإذا تقدّمنا مرحلة إلى الامام نطرح السؤال التالي: هل صحيح أم خطأ القول  
بأن الماء رطب والثلج أسود. إن مثل هذا السؤال هو فرضية مدمجة. وكى نحصل  
على نتيجة صحيحة لمثل هذه العبارة المدمجة (١ب) ينبغي أن يكون الجواب ١.  
ولكننا نعرف أنه في حين أن  $1 = 1$  فإن  $ب = \text{صفر}$ . إذن فإن  $١ب = \text{صفر}$ . ومعنى  
ذلك أن الفرضية غير صحيحة.

ولكننا إذا أدخلنا عنصر أو فإنه يوفر لنا مجالاً للتعاظم مع هذه الفرضية  
الدمجة بصورة مختلفة. عندها نستطيع أن ندمج العبارتين والخروج بجواب  
صحيح. كيف؟ نقول إذا كانت إحدى العبارتين ١ أو ب صحيحة فالعبارة إذا  
صحيحة مثلاً «إذا كان الماء رطباً أو الثلج أسوداً فعندها ارتدي الحذاء». ولذلك  
فإن أو توفر مجالاً واسعاً للتحليل المنطقي.

وهناك نوعان من أو. الأول نوع يطلق عليه «أو الضمنية» (Inclusive  
OR) والذي يمكننا من وصل عبارتين. فإذا كان أي من العبارتين أو كليهما  
صحيحاً فالعبارة صحيحة. وهكذا فإن ١ أو ب  $= 1$  إذا كان  $1 = 1$  أم  $ب = 1$  أو  
كلاهما  $1 = 1$ . في الجبر البولي نكتب ١ أو ب على الشكل التالي: «١ب»  
[وإشارة + هنا لا علاقة لها بمفهوم زائد في الرياضيات].

وأما النوع الثاني من أو فهو النوع المعروف بـ «أو الحاصرة» (Exclusive

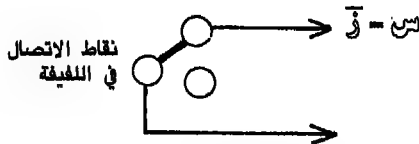
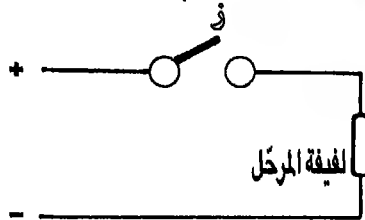


جدول الصحة

| س | و | و + س |
|---|---|-------|
| 0 | 0 | 0     |
| 0 | 1 | 1     |
| 1 | 0 | 1     |
| 1 | 1 | 1     |

الرسم رقم (٣) يفسر طريقة عمل لا النافية فنلاحظ أنها تقوم بالفعل بعملية تحويل أو قلب، أي تحول الواحد إلى صفر والعكس بالعكس لذلك فالأصح أن يطلق عليها لا العاكسة. ويبين جدول الصحة احتمالات العكس. وهناك حالات عديدة تنشأ فيها الحاجة إلى عكس وظيفة ما إلى ما يقابلها. في هذه الحالة نقول أنه إذا كانت  $1 = 1$  فإن 1 ينبغي أن تساوي صفرًا نظرًا إلى أن الواحد والصفر هما القيمتان الصحيحتان المسموح التعامل بهما. لذلك فإذا كان صحيحاً القول بأن «الماء رطب» فإن «ليس صحيحاً القول بأن الماء ليس رطباً». وكلتا هاتين عبارتان صحيحتان.

رسم رقم ٢ | بوابة



جدول الصحة

| و | و |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

## شعور البدالة

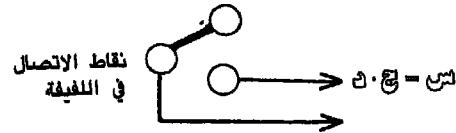
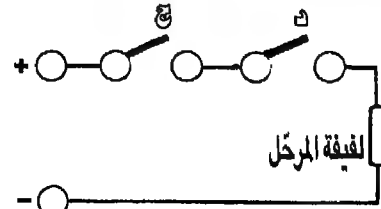
كانت البدالة في أول عهدها تعتمد على مرّحل (Relay) كهرومغناطيسي. ولذلك كانت بطيئة. وقد أدى ذلك، إلى جانب حجمها الكبير وسهولة عطبها وتوليدها العالي للحرارة، إلى البحث عن بدالة أفضل، فقد كان الكمبيوتر «إينياك» (ENIAC)، وهو أول كمبيوتر، يولد حرارة شديدة بسبب كثرة بدالاته المصنوعة من الانابيب

OR) وتكتب معادلته على الشكل التالي:  $1 \oplus 1$  ب. وتستعمل أو الحاصرة في الحالات التي تكون فيها عبارة واحدة من العبارتين فقط صحيحة لا الاثنان معاً. إلى جانب و أو هناك أيضاً لا. هذه الأخيرة تستعمل للنفي ويصح أن نطلق عليها لا النافية. نقول مثلاً «صمام الأمان هو لا مغلّق» أم أن «المخزن لا ممتلئ». ويرمز إلى لا النافية بالحرف الذي يمثلها وفوقه «مُدّة» مثل أ تصبح آ. ولننتقل الآن إلى بعض الرسوم التوضيحية:

الرسم رقم (١) يشير إلى بدالتين ج و د تعملان على بوابة حيث ج تعني أن «صمام الأمان مغلّق» و د تعني «الخزان ممتلئ». وعلينا في هذا المثال تفريغ محتويات الخزان شرط أن يظل صمام الأمان مغلقاً ويكون الخزان ممتلئاً أي ينبغي أن يكون ج = 1 و د = 1. وهناك بوابة س عند نقطتي اتصال تتغلّقان وفق معادلة قوامها س = ج. د. أي أنه عندما تتغلّق ج و د تتغلّق س. فما هي احتمالات تفريغ الخزان؟

والجدول أدناه المعروف بجدول الصحة (Truth Table) يوضح الاحتمالات، كما يوضح الرسم تركيب الدارة الكهربائية.

رسم رقم ١ | بوابة

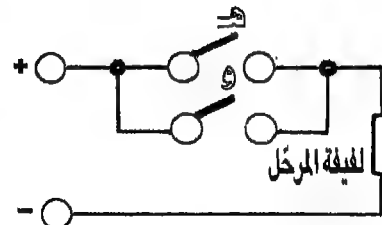


جدول الصحة

| و | د | س = ج. د |
|---|---|----------|
| 0 | 0 | 0        |
| 0 | 1 | 0        |
| 1 | 0 | 0        |
| 1 | 1 | 1        |

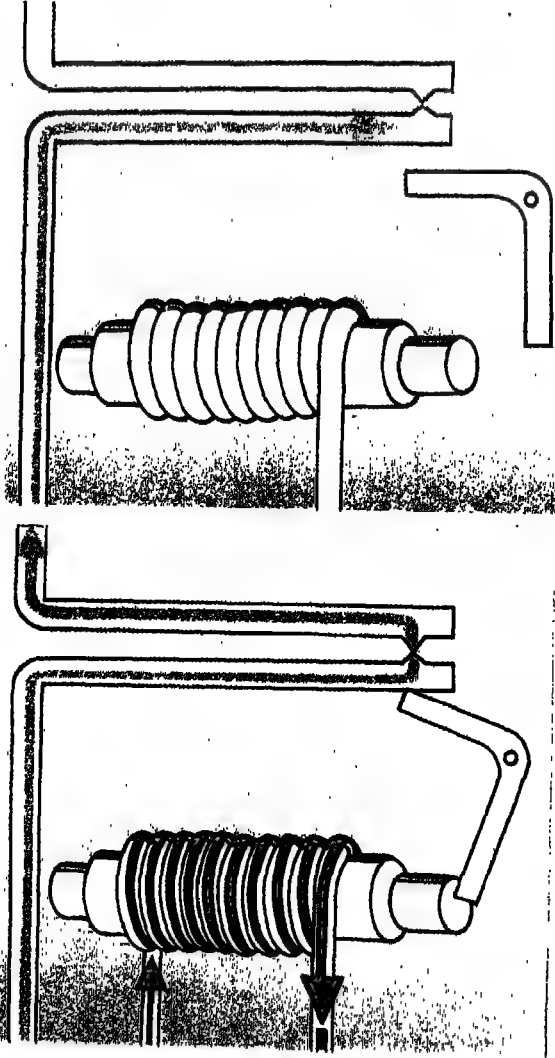
الرسم رقم (٢) يفسر طريقة عمل بدالة أو حيث يمكن أن نباشر بالعملية عندما تكون أ أو ب أو كلاهما مساويين لـ 1. وبدوره فإن جدول الصحة يبين احتمالات ذلك.

رسم رقم ٢ | بوابة أو





## المحول الكهروميكانيكي (Electromechanical Relay Switch)



اعتمدت الكمبيوترات التجريبية الأولى - مثل «مارك ١» (Mark 1) - بدالات قوامها محول كهربائي ميكانيكي من النوع الذي كان واسع الانتشار في الصناعات الهاتفية. فحينما كانت البدالة مفتوحة (فوق) كان التيار ينقطع. ولكن حينما كان تيار خفيف يمر عبر السلك الملفت حول قضيب من الحديد (تحت) فإن تياراً مغناطيسياً يتولد ويجذب أحد طرفي محور زاوي الشكل فيضغط الطرف الآخر للمحور على نقطتي اتصال متلفاً بذلك الدارة الكهربائية ومتيحاً المجال لعبور التيار.

المرحل Relay في الراديو يستعمل لأعادة البث اللاإعاعي. والمرحل في الاتصالات يستعمل لتعريفه إشارات الاتصال من واحدة إلى أخرى، والمرحل في الكهرباء يستعمل لوصل أو قطع اتصال أو أكثر في الدارة.

المفرغة إلى درجة أنه كان يلزم تبريد المكان بالمراوح باستمرار. ومع ذلك فقد كانت حرارة الغرفة ترتفع إلى ٤٩ درجة مئوية. وقد وجد الخبراء ضالتهم في بدالات مصنوعة من مواد موصلة جزئياً يطلق عليها ترانزيستورات. وهي دقيقة الحجم طفيفة الوزن ورخيصة الثمن. والأهم أن ليست فيها أية أجزاء متحركة قابلة للعطب مما يجعلها تخدم مدى الحياة إذا ما وضعت ضمن دارات حسنة التصميم. هذه الترانزيستورات تمتاز كذلك بقدرتها الكبيرة على التبديل (Switching) وذلك بمعدل ألف مليون مرة في الثانية الواحدة. وبالنظر إلى صغر حجمها فإن مئات منها يمكن أن تدمج في دارات صغيرة الحجم. ولإعطاء فكرة عن صغر حجمها فإن الخبراء يستطيعون أن يجمعوا كل الدارات الكهربائية لكمبيوتر «اينياك» والتي كانت تتألف من ١٧,٤٦٨ أنبوباً مفرغاً وتستهلك مساحات شاسعة في رفعة لا تتعدى ورقة اللعب.

والبدالة المثالية هي تلك التي تمتاز بدرجة مقاومة للتيار الكهربائي بين قطبيها لا تتعدى حدود الصفر (أي صفر مقاومة) حينما تكون في وضعية «مشغل»، ومقاومة قصوى لا نهائية حينما تكون في وضعية «مطفأ». وتستطيع في الوقت نفسه أن تتحول من وضعية «مطفأ» إلى «مشغل» والعكس بالعكس في صفر زمن. مثل هذه البدالة لا تبدد أية طاقة لأن التيار العابر فيها هو إما صفر عندما تكون البدالة «مطفأة» أو في حدود صفر فولت حينما تكون مشغلة. وهذا ما يوفره نسبياً الترانزيستور الذي «لربما يعتبر أهم اختراعات القرن» والذي يخضع حالياً لتجارب مكثفة لزيادة فعاليته على النحو الذي تحدثنا عنه. وفيما يلي أبرز المراحل التطورية للبدالة:

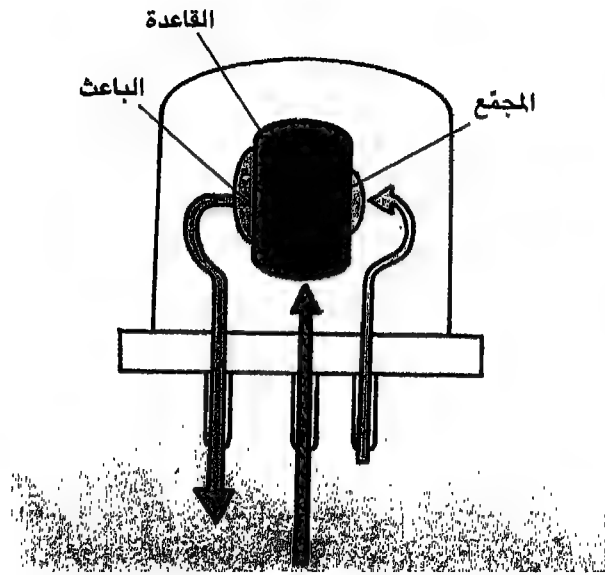
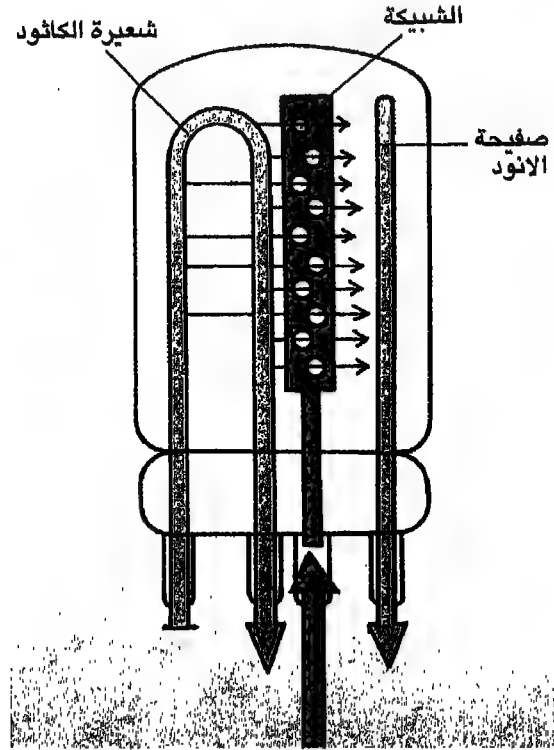
## البدالة الميكانيكية (Mechanical Turn Switch)



في القرن التاسع عشر، أي عشية ظهور الكمبيوتر، اعتمدت بدالة ميكانيكية تدار باليد ولا تزال تشكل الأساس النظري لجميع بدالات اليوم حتى الترانزيستورية منها. فبحركة فتل بسيطة تنتقل البدالة الأساسية إلى اتجاه «مشغل» نتيجة اتصال المحور المعدني (اللون الأزرق) إلى اتجاه الدارة بين نقطتي الاتصال مما يتيح المجال للتيار (اللون البرتقالي) بالمرور.

## الانبوبة الالكترونية الثلاثي الصمامات |١٩٠٦| (Triode Electron Tube)

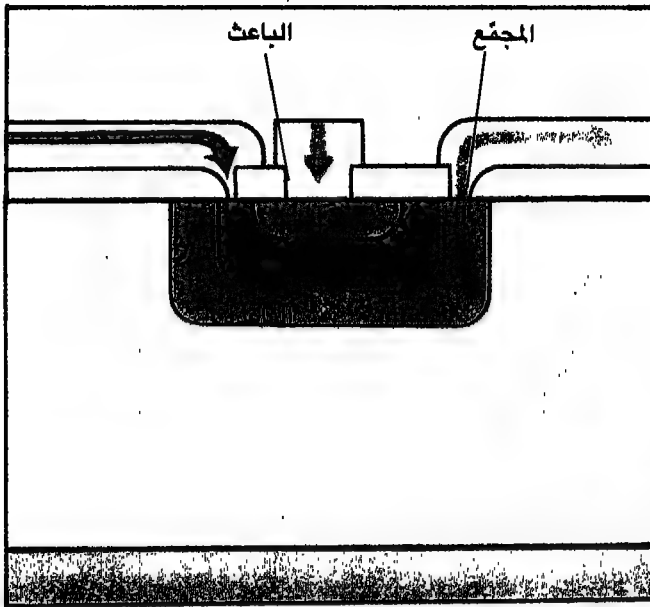
عرف هذا النوع والمستعمل في أوائل القرن العشرين بالانابيب المفرغة وقد اعتمد للكمبيوترات الاولى التي نزلت الى السوق كإينياك. وكان يلزم الالوف من هذه الانابيب لعمل الكمبيوتر. أما مبدأ عملها فهو التالي: توجه شحنة موجبة إلى الشبيكة (Grid)، وهي الصفيحة المعدنية المثقوبة، لتحفز الالكترونات المشحونة بالكهرباء السالبة إلى الاندفاع بين أنبوب الكاثود (Cathode) السالب المصنوع من شعيرة معدنية وأنبوب الانود (Anode) الموجب المصنوع من صفيحة معدنية متمما الدارة ومتيحاً للتيار المرور. وحينما يتم شحن الانبوب بالكهرباء السالبة فإن الشبيكة ترد الالكترونات فينقطع بذلك التيار.



الى القاعدة تدفع بالالكترونات والثغوب إلى التحرك فتحمل الالكترونات التيار (اللون البرتقالي) من الباعث الى المجمع لتكملة دورة الكهرباء.

## الترانزستور المسطح |١٩٥٩| (Planar Transistor)

ترانزستور مماثل للترانزستور التقاطعي طوله لا يتعدى جزءاً من مئتين من البوصة. ويبدو في الصورة في مقطع عرضي. أما مبدأ عمله فهو قيام شحنة موجبة مرسله الى القاعدة بامرار التيار من الباعث الى المجمع. ويلاحظ ان هذا التصميم المسطح يسمح بوضع عشرات الترانزستورات جنباً إلى جنب مع المقاوم (Resistor) والمكثف (Capacitor) على الوجه نفسه لشريحة السيليكون.



## الترانزستور التقاطعي |١٩٤٨| (Junction Transistor)

هو بدالة لا يزيد حجمها عن حبة البازيلا مما يعطينا فكرة عن التطور الكبير الذي بلغته صناعة البدالات. يشغل ويطلق عن طريق تداخل ثلاث طبقات من الجرمانيوم وهو عنصر فلزي نادر تعالج كل طبقة منه معالجة خاصة لتقوم بإدائها المختلف. الباعث (Emitter) والمجمع (Collector) يعالجان ليحررا مزيداً من الالكترونات. أما القاعدة (Base) فتعالج كي توفر مزيداً من الثغوب أو حاملات الشحنات الموجبة. فحينما تصل شحنة موجبة (اللون الأزرق)



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | المحركات | التأهيل | الطرقيات |

بدأنا في الفصل السابق شرح الدارات الثنائية ودورها في الكمبيوتر القائم على معالجة الفرضيات المنطقية على نحو رقمي ثنائي؛ كما استعرضنا مختلف أنواعها وتطورها ابتداء بالمرجل وانتهاء بالترانزيستور المسطح الذي يُعتمد اليوم، وفي هذا الفصل نعرض الطريقة التي تعمل فيها البدالة الترانزيستورية ناقلة التيار من قطب إلى آخر مُحَوَّلَة الصُّفَر إلى واحد والمُطَفَأ إلى مُشغَل في عملية محورية بالنسبة للكمبيوتر.

## الفصل الخامس عشر الدارات الثنائية ٢

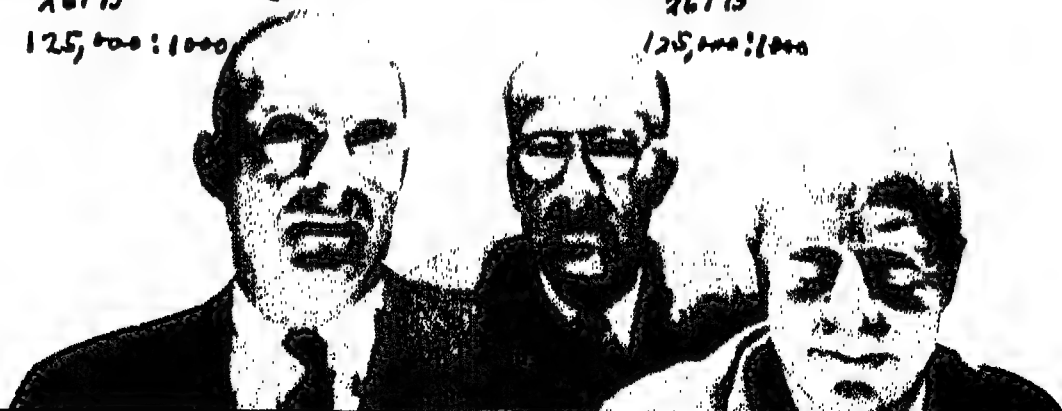
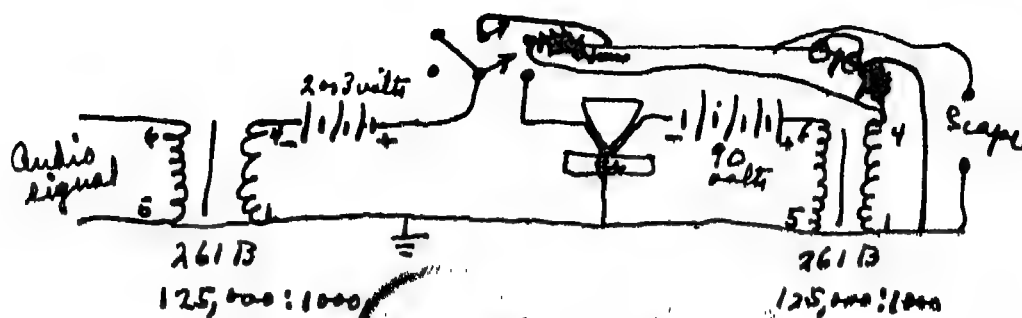
ورغم ان كمية الجرمانيوم التي يحتويها الترانزيستور لم تكن تتعدى ٨ على عشرة الاف من الاونصة فإن ثمنه كان اغلى من الذهب. فآدى اختراع تيل الى ثورة اقتصادية في صناعة الترانزيستورات.

وفي العام ١٩٥٢ سعى عالم رادار بريطاني يدعى دامر (G.W.A. Dummer) الى جمع الترانزيستور نفسه مع المكثف والمقاوم على شريحة واحدة تصف ناقلة. لكن جهوده باءت بالفشل ولكن حلمه تحقق على يد عالم اميركي. لم يكن على علم بمشروع دامر.

هذا العالم هو جاك سانت كلير كيلبي (Jack St. Clair Kilby) الذي تخرج للثمن جامعتة. وقد استطاع كيلبي عام ١٩٥٨ ان يصنع الدارة المدمجة اي دمج الترانزيستور مع المكثف والمقاوم على الشريحة نفسها محدثاً ثورة في الترانزيستورات. وقد وصف اختراعه بقوله «اني كسول ولم اكن اتحمل رؤية الفنيين منهمكين في وصل جميع هذه الاجزاء الى بعضها البعض كي تعمل. لذلك دمجتها». وليست هذه المرة الاولى التي يدين فيها العالم بالفضل الى كسول.

### آباء الترانزيستور

لم يدين العالم باختراع الترانزيستور؟ هناك ثلاثة علماء تم على ايديهم اختراع الترانزيستور في اوائل الخمسينات وهم (من اليسار الى اليمين في الصورة ادناه) «جون بارددين» (John Bardeen) و «وليم شوكلي» (Walter Brattain) و «والتر براتين» (William Shockley) وكانوا يعملون في مختبرات بل الشهيرة وقد نالوا جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٥٦ لاختراعهم هذا. اما الرسم الذي يعلو صورهم فمأخوذ من دفتر مسودة للدكتور براتين وهو تصميم وضعه للترانزيستور عام ١٩٤٧. على ان شوكلي هو الذي نجح في صنع الترانزيستور عام ١٩٥٠. وفي منتصف الخمسينات استطاع عالم يدعى غوردن تيل (Gordon Teal) يعمل في شركة «تكساس انسترومانتس» صنع ترانزيستور تقاطعي مصنوع من السيليكون عوضاً عن الجرمانيوم النادر الثمين.



## كيف تعمل البدالة الالكترونية؟

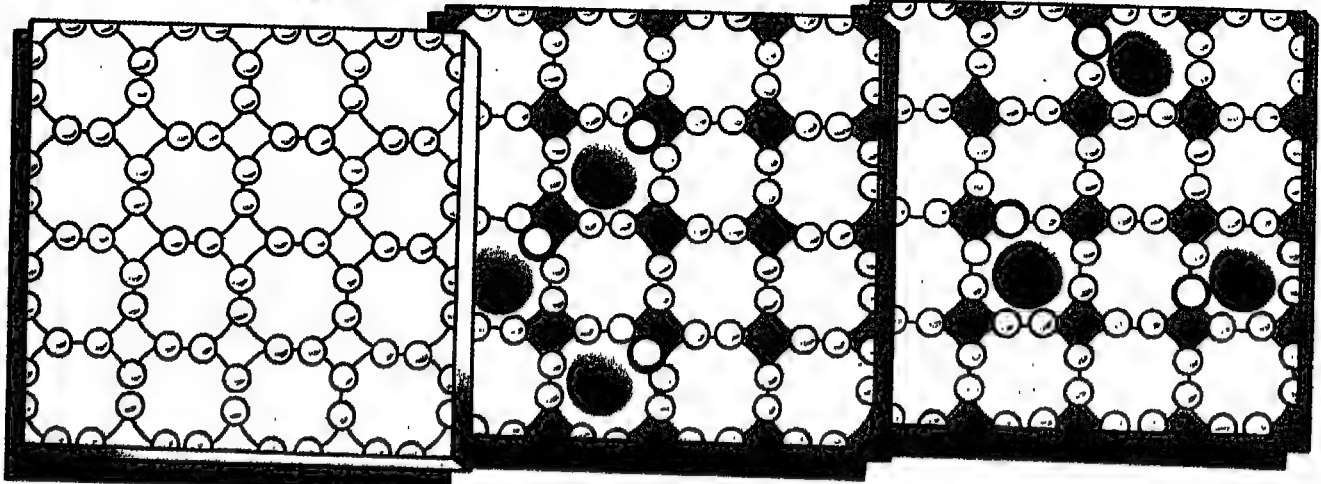
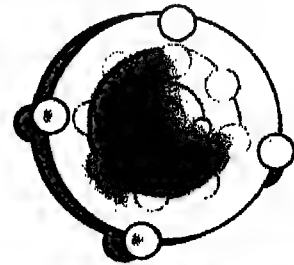
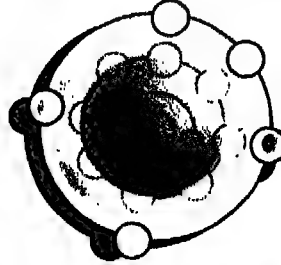
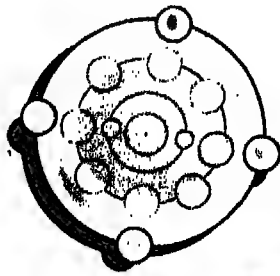
الارض بعد الاكسيجين. وهي، كأصناف النواقل الاخرى،  
نقية في حالتها البلورية وغير حرة الالكترونات لنقل التيار.  
ولكننا حينما نستبدل بعض ذراتها بذرات من الفوسفور ذات  
الالكترونات الخارجية فان الالكترونات الناقلة تصبح حرة  
للاستجابة للتيار.

ونظرا الى ان الالكترونات تحمل شحنات سالبة فان  
السيليكون المدام بالفوسفور يطلق عليه اسم «نصف ناقل  
صنف - س» (اي سالب). في حين ان ادمام السيليكون  
بالالمنيوم ذي الالكترونات الخارجية الثلاثة يحدث ثقوبا على  
السيليكون وهي ليست ثقوبا بالمعنى الحرفي للكلمة وانما  
مساحات من السيليكون ناقصة الالكترونات تستقر فيها  
شحنات موجبة تماما مثلما يستقر الهواء في الفقايع وسط  
الماء.

وحيثما يتم وصل قطعتي السيليكون بصورة تقابلية  
(Butting) اي نصل قسما مداما بالالمنيوم «صنف - م» (اي  
موجب) مع مقابله من «صنف - س» أي المدام بالفوسفور  
يتكون عند نقطة الاتصال تقاطع (Junction). ان اتجاه  
الالكترونات والثقوب عبر هذا التقاطع هو الذي يمرر التيار او  
يوافقه.

أبسط انواع البدالات الكمبيوترية الترانزيستور التقاطعي  
(Junction Transistor) الثنائي الصمامات (Diode). واساسه  
تقسيم مادة نصف ناقلة الى قسمين مختلفين قسم لنقل التيار  
وأخر لوقف سريانه. اما انصاف النواقل فهي مواد بلورية تقع  
درجة مقاومتها للكهرباء في مرحلة وسط بين النواقل الجيدة  
كالنحاس والالمنيوم والعوازل الكلية للكهرباء كالمطاط والزجاج.  
وفي الظروف العادية تتصرف المواد نصف الناقلة مثل  
المواد العازلة اي انها لا تنقل الكهرباء لان الكتروناتها تكون  
مرتبطة ومشدودة بشدة حول نواها وبالتالي فهي لا تستطيع  
الاستجابة للتيار الكهربائي سالبا كان ام موجبا. ولكننا اذا  
ادخلنا بعض المواد غير النقية الى تركيب هذه المواد، نصف  
الناقلة، بواسطة عملية يطلق عليها اسم الادمام (Doping) اي  
معالجة مادة ما بمستحضر) عندها تصبح انصاف النواقل  
ناقلة ممتازة للكهرباء.

ومنذ اواخر الخمسينات كان تركيز الصناعة على مادة  
السيليكون التي تعتبر من اغزر المواد الكيميائية المتوافرة على



السيليكون «صنف - س»

السيليكون النقي

في بلورة سيليكون نقية تشترك  
الالكترونات الاربعة الواقعة في قشرة كل  
ذرة مع الذرات المحيطة والمجاورة لها  
مشكلة بذلك شبكة متينة لا توجد فيها اية  
الكترونات حرة قادرة على نقل التيار.

ان الالكترون الواحد الاضافي الواقع في  
القشرة الخارجية لذرة الفوسفور يشكل  
فائضا من الالكترونات في السيليكون المدام  
بالفوسفور. عندها تصبح الالكترونات ذات  
الشحنات السالبة حرة كي تنجذب الى  
التيار الكهربائي اذا كان موجبا او تبتعد  
عنه اذا كان سالبا.

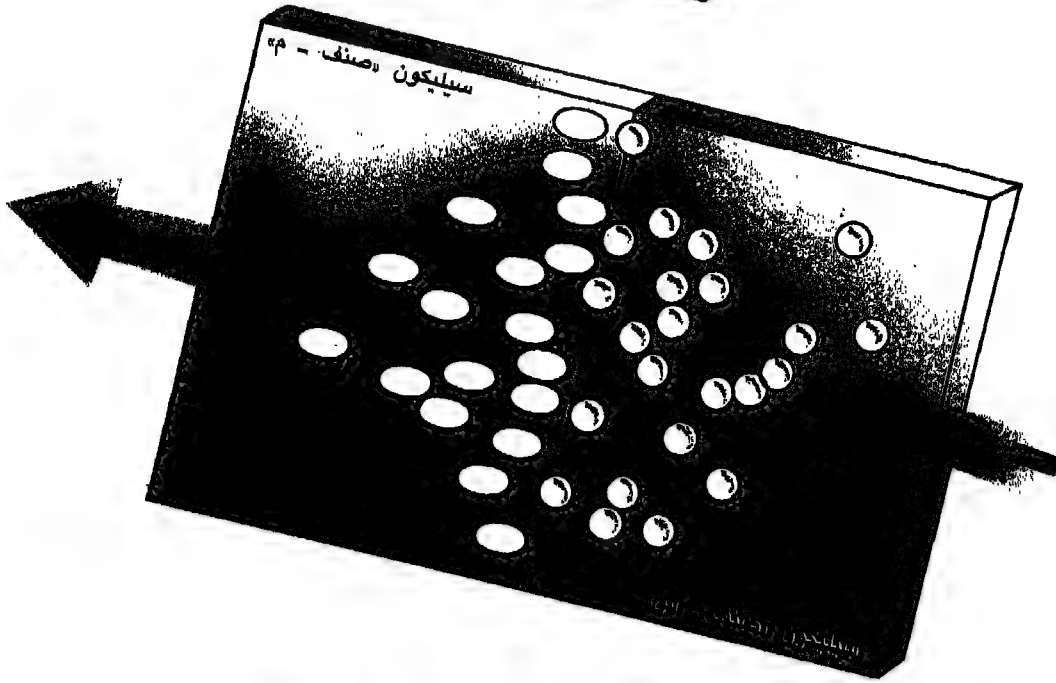
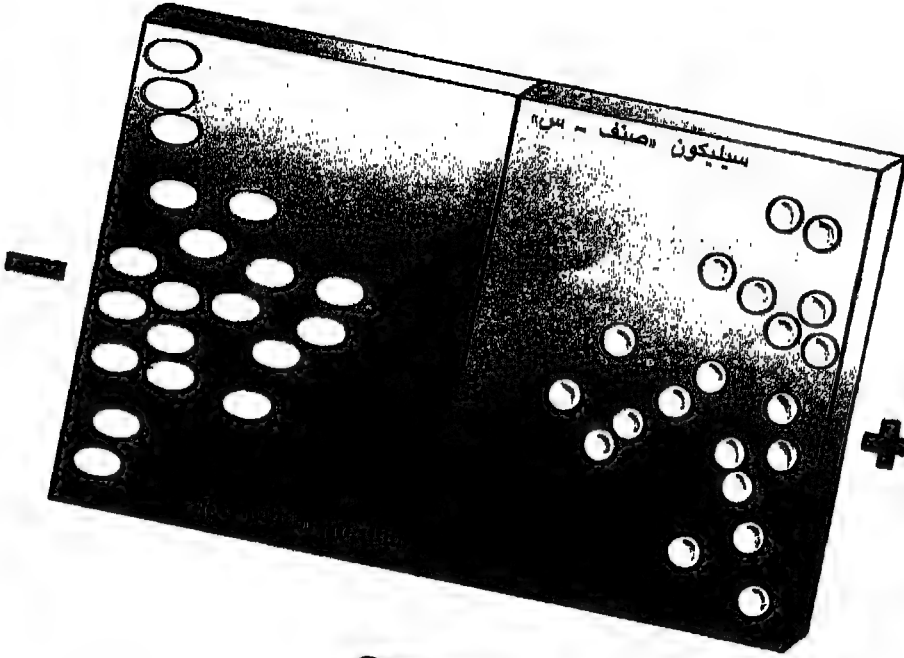
السيليكون «صنف - م»

ان وجود ثلاثة الكترونات فقط في  
القشرة الخارجية لذرة الالمنيوم يؤدي الى  
ظهور ثقوب في السيليكون المدام بالالمنيوم.  
ونظرا الى ان الثقوب تحمل شحنات موجبة  
فانها تتجه عكس موقع الالكترونات.

## الصمام الثنائي في حالة مطفأ (Diode OFF)

يتألف الصمام الثنائي من قطعة  
سيليكون مقسمة الى قسمين مدامين  
أحدهما «صنف - س» والآخر «صنف -  
م».

يقوم التيار الكهربائي للقطبين المتقابلين  
المتعاكسين بجذب الالكترونات ذات  
الشحنات السالبة والثقوب ذات الشحنات  
الموجبة بعيدا عن تقاطع صنفي السيليكون  
«صنف - س» و «صنف - م» داخل  
الصمام الالكتروني مما يحول دون مرور  
التيار.



## الصمام الثنائي في حالة مشغل (Diode on)

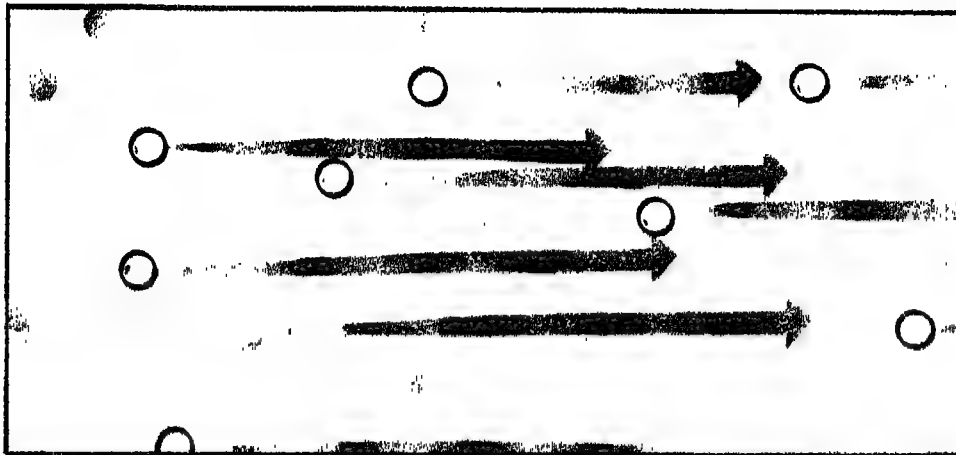
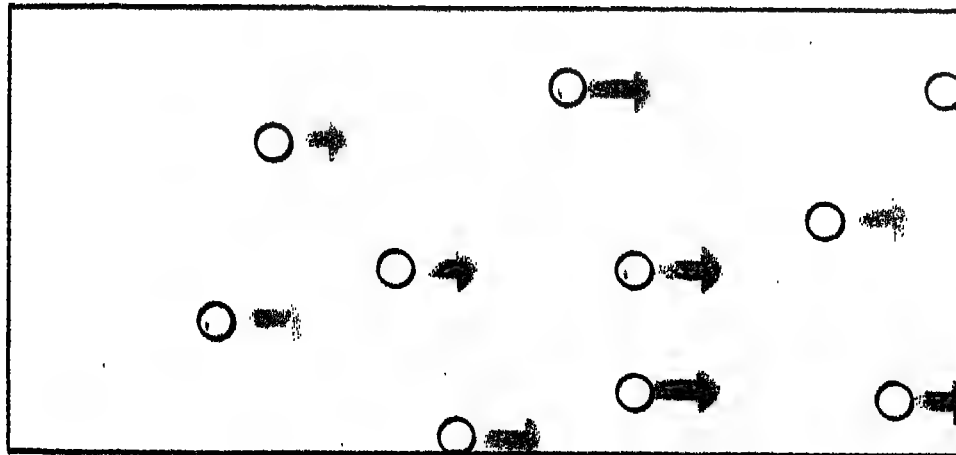
الموصل الى سيليكون «صنف - م». ولما كان النقص في الالكترونات في القطب السالب يخلق فراغا فانه يؤدي الى دخول مزيد من التيار الكهربائي مع ما يحمله من الكترونات، الامر الذي يؤدي الى استمرار تدفق التيار.

يتحول الصمام الى حالة مشغل حينما يتم عكس التيار الموصل الى كل قطب من قطبي البدالة. فان تيارا سالبا موصلا بسيليكون «صنف - س» يصد الالكترونات ويبعثها متدفقة تجاه خط التقاطع حيث تندمج مع الثقوب المصدودة بالتيار الموجب

## نصف ناقل عالي الاداء

ومن انصاف النواقل الجديدة التي نحن بصدها  
وتثير اهتمام الخبراء ارسنايد الغاليوم  
(Gallium Arsenide) المعروف بـ (GaAs) والذي ينتج  
عن دمج معدن الغاليوم «المراوغ» بسم الارسنايد. ومن  
ميزاته انه يستطيع ان يقاوم الحرارة ويستطيع العمل في  
ظل درجات دنيا من الطاقة الكهربائية مولداً بذلك سرعة  
فائقة لا تتطلب الا مقداراً ضئيلاً من التبريد.

كان من نتائج السباق نحو سرعات قصوى في  
التبديل (Switching) ان العلماء انهمكوا بصنع أنصاف  
نواقل جديدة عن طريق دمج عناصر كيميائية بطرق غير  
متوافرة في الطبيعة. من هذه النواقل ما يؤمن التبديل  
بين حالتي مطفاً ومشغل في فترات لا تتجاوز بضعة  
أجزاء من تريليون من الثانية. وهي سرعة تفوق سرعة  
انصاف النواقل المصنوعة من السيليكون.



تنتقل الالكترونات  
ببطء عبر  
السيليكون (الرسم  
الاعلى) نسبة لما هو  
عليه في ارسنايد  
الغاليوم (الرسم  
الادنى). وفي كلتي  
البلورتين تقوم  
الالكترونات  
المشحونة بالكهرباء  
السالبة والسالبة  
في بحر من الذرات  
المشحونة بالكهرباء  
الموجبة كما لو  
كانت قطعاً من  
الفلين فوق سطح  
الماء. وبالنظر الى  
الفوارق في البيئة  
دون الذرية  
(Subatomic) التي  
تتميز بها كل من  
المادتين فان  
الالكترونات ارسنايد  
الغاليوم اخف وزناً  
وبالتالي تتمتع  
بسهولة الحركة مما  
يجعل الالكترونات  
تتسارع في حركتها  
في وسط من ارسنايد  
الغاليوم وتصل الى  
سرعات عليا عندما  
تستجيب الى فولط  
كهربائي يمرر فيها.



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

في الفصلين السابقين بدأنا شرح الدارات الثنائية وطريقة عمل البدالة الترانزيستورية ناقلة التيار مُحَوَّلَةٌ الصُّفَر إلى واحد، والمطفأ إلى مُشغَّل. وفي هذا الفصل نعرض لجهود العلماء في صُنْع ترانزيستورات فائقة السرعة، والمشاكل التي تُعترض ذلك والتَّوَعُّين الرَّئيسين المُعتمدين في الكمبيوترات السريعة.

## الفصل السادس عشر الدارات الثنائية ٢

فأرسنايد الغاليوم (Gallium Arsenide) توفر سرعات فائقة، ولكنها تحتاج، بصورة مستمرة، إلى مغاطس باردة من الهليوم السائل حتى تحتفظ بقدراتها السريعة. ولن يكون اليوم الذي تستبدل فيه الدارات الالكترونية بالبدالات البصرية بعيداً، حيث تتولى إشعاعات ضوئية وظيفة البدالة المعروفة والمعتمدة اليوم.

### السرعة ومشكلاتها

من بين جميع الطرق الممكنة لزيادة سرعة الكمبيوترات ما من عنصر يشكل وعداً قريب المنال مثل التبديل (Switching) الذي يتم داخل الكمبيوتر وبموجبه يزداد معدل الانتقال من حالة إلى أخرى، من الصفر إلى الواحد، ومن السالب إلى الموجب ومن المطفأ إلى المشغَّل.

ولقد حققت الكمبيوترات ذات قدرات المعالجة المتفوقة تقدماً كبيراً في هذا المجال. فالبدايات الموجودة فيها تستطيع أن تعمل في أقل من جزء من بليون من الثانية، متيحة بذلك للكمبيوتر أن يقوم ببلايين العمليات في لحظة لا تتعدى الوقت الذي يستغرقه ضوء المصباح للانارة بعد ضغط الزر.

ولكن ذلك ليس بكاف بالنسبة للكثير من مهندسي الكمبيوترات لانهم يعتبرون هذا الانجاز دون تطلعاتهم إلى ما ينبغي أن تكون عليه سرعة الكمبيوترات. ومن أجل التوصل إلى سرعة قصوى ابتكروا عدداً من البدالات والتي ما يزال الكثير منها ضمن نطاق الخيال.

والواقع أن التوصل إلى ترانزيستورات فائقة السرعة ليس بالأمر اليسير. فالبدايات تعمل بطريقة التفاعل المتسلسل أي أن خارج بدالة واحدة يشكل داخل بدالة ثانية. ولذلك تعتمد السرعة على الوقت الذي تستغرقه الومضة للانتقال من بدالة إلى أخرى. فإذا كان التصميم يقضي بأن تشغل بدالة ما بدالة أخرى خلال جزء من الثانية فإنه لا ينبغي أن تكون البدالتان متباعدتين عن بعضهما البعض أكثر من حوالي ست بوصات.

على أن التجاور بين البدالات ليس كل ما يلزم لضمان سرعة الكمبيوترات إذ ينبغي على البدالات نفسها أن تكون صغيرة الحجم بما فيه الكفاية لكي تتسع ملايين منها على شريحة كمبيوترية واحدة. وهذا الأمر يثير مشكلة الازدحام وارتفاع الحرارة وبالتالي ضرورات التبريد خوفاً من أن تذيب الحرارة البدالات.

لذلك فإن السعي لتوفير بدالات أكثر سرعة وأصغر حجماً وأكثر برودة قد دفع بالمصممين إلى البحث عن تقنيات ومواد جديدة، بعض ما يفكرون فيه قد يجعل شريحة السيليكون التي نعتبرها اليوم من أبرز آيات الاعجاز من مخلفات الماضي.





## الترانزستورات الفائقة السرعة

سواء أكانت الكمبيوترات كبيرة أم حاسبات جيب صغيرة فإن ما يميزها هو سرعتها. وفي هذا المجال فهي مدينة إلى الترانزستورات، أي البدالات المصنوعة من السيليكون، والتي تعمل وفق مبدأ تضخيم الاشارات الضعيفة وجعلها بالتالي قادرة على ضبط اشارات اكبر منها.

وبصورة عامة فإن الترانزستورات صنفان: ترانزستورات ثنائية القطب (Bipolar) وترانزستورات احادية القطب (Unipolar) معروفة بإسم «موسفيت» (MOSFET) أي ترانزستور اكسيد الحديد نصف الناقل ذو الحقل الكهربائي (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). في النوع الاول الثنائي القطب يتم نقل التيار بواسطة جسيمات متعددة في كلي القطبين، أي بواسطة الالكترونات والثقوب. وبعضها يعمل بسرعة فائقة هي في حدود جزء من



### ٢ ترانزستور الموسفيت في حال مطاف

في الترانزستور الاحادي القطب المعروف بالموسفيت ثلاث مناطق تقوم مقام الباعث والقاعدة والمجمع والموجودين في الترانزستور الثنائي الاقطاب. هذه المناطق هي زوج من الآبار الاول يعرف بالينبوع والثاني بالمصب، وهما متصلان ببعضهما ببعض بواسطة قناة ضحلة تشبه بوابات تحكم المياه في اقنية الري تقوم مقام القاعدة. وتتولى الموصلات المعدنية تأمين الاتصال بين الينبوع والمصب في حين ان طبقة رقيقة من ثاني اوكسيد السيليكون تفصل بين بوابة الالكترود والقناة. وحينما نمر تياراً كهربائياً سالباً خفيفاً عند بوابة الالكترود وسط الشريحة ينشأ حقل كهربائي يطرد الالكترونات مانعاً التيار من المرور عبر القناة المكونة من سيليكون «صنف - س» مبقياً الجهاز في حالة إطفاء.

### ٣ ترانزستور الموسفيت في حال مسفل

لتحويل ترانزستور الموسفيت إلى وضعية مشغل يكفي إيقاف التيار السالب في بوابة الالكترود مما يعيد جهد التيار إلى الصفر وحينما يتم وقف الكهرباء يخف الحقل الكهربائي مما يحرك الالكترونات متيحاً لها مجال الانتقال والعبور من الينبوع إلى المصب.

### ١ الترانزستور الثنائي الاقطاب

#### في وضعية مسفل

يكشف هذا المقطع العرضي الطريقة التي يعمل فيها الترانزستور الثنائي الاقطاب في شريحة السيليكون. فعندما نمر تياراً كهربائياً خفيفاً في القاعدة (بالاحمر) تتولد تيارات متحركة من ثقوب والكترونات بين القاعدة والباعث. كذلك فإن التيار الكهربائي الموجب الضئيل يسمح للمجموعة الرئيسة من الالكترونات بالعبور نحو المجمع وباتجاه القطب الموجب ذي التيار الكهربائي الشديد. وتقوم طبقة من ثاني اوكسيد السيليكون بحماية نقاط تقاطع الترانزستور من التلوث. وتقوم الموصلات المعدنية بمهمة نقل التيار من وإلى بدالات أخرى في الدارة. (انظر المخطط التوضيحي على الصفحة ٣٤).

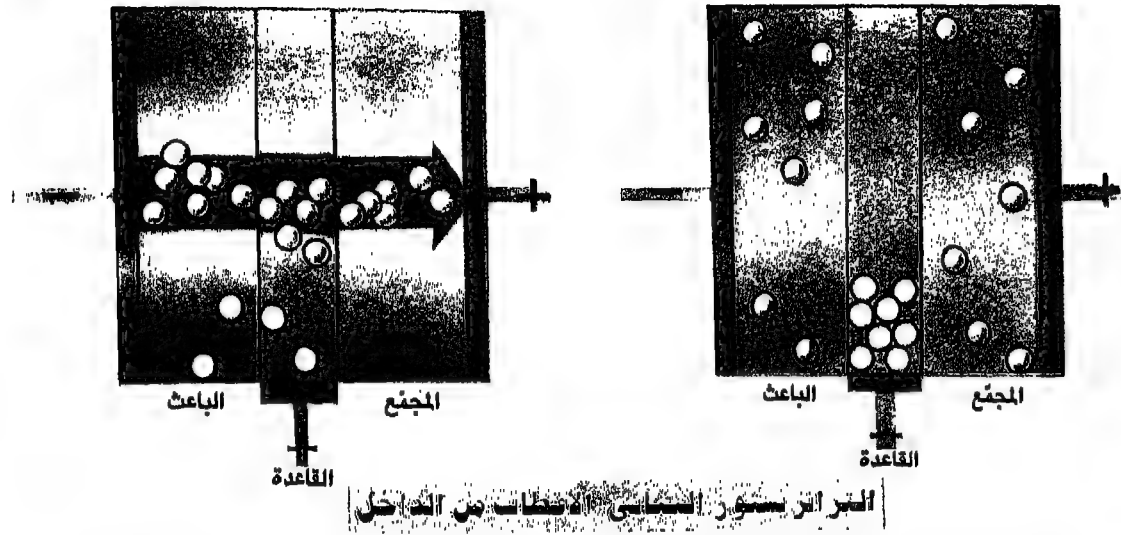


٦



٦

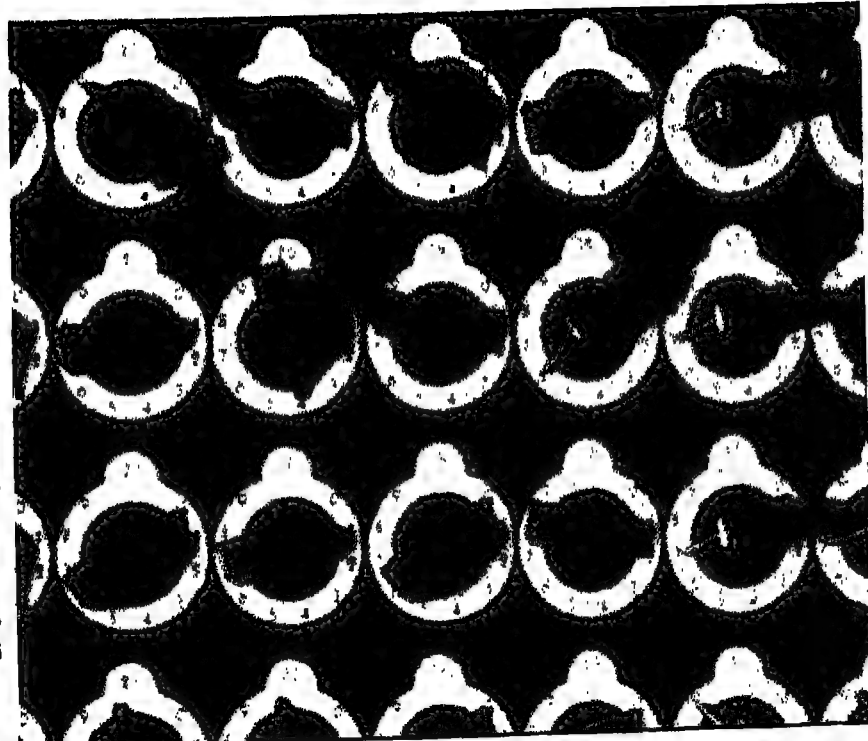




في الترانزيستور الثنائي الاقطاب يتولى حاجز ضيق من السيليكون، صنف -م-، يدعى القاعدة (اللون الاحمر) التحكم بمجرى التيار بين المبعث وهو سيليكون، صنف -س- والمجمع (الازرق). ان تياراً كهربائياً قوياً على المجمع يجذب الالكترونات المشحونة بالكهرباء السالبة الموجودة في المبعث، في حين ان تياراً كهربائياً خفيفاً سالباً عند القاعدة يوقف مجرى التيار (الى اليمين) اما إذا مررنا تياراً كهربائياً موجباً في القاعدة فإننا نسمح بذلك للالكترونات بالسريان الى المجمع (الى اليسار). . وحينما تتدفق الالكترونات عبر القاعدة فإن شدة الشحنة الموجبة في المجمع لا تسمح بانجراف الا عدد محدود منها نحو الكترود القاعدة.

هذا المركز هو بوابة الالكترونود (القطب الكهربائي). ونظراً إلى ان هذه الترانزيستورات تتطلب عدداً اقل من الطبقات مما تتطلبه الترانزيستورات الثنائية الاقطاب، فهي اسهل صنعاً وفي الوقت نفسه اقل استهلاكاً للكهرباء، ويمكن حشرها بكميات تصل إلى مليون ترانزيستور على شريحة سيليكون واحدة. وهنا أيضاً فإنه توجد مقابل هذه السهولة في مجال الانتاج مشكلة تكمن في كون نقل ترانزيستور الموسفيت من حالة إلى أخرى أي من مشغل إلى مطفأ، يتطلب نقل شحنة إلى داخل وخارج البوابة الالكترونية، وهي عملية بطيئة نسبياً إذا ما قيسَت بسرعة إداء الترانزيستورات الثنائية الاقطاب.

واحد من البليون من الثانية. ولكن لسرعتها ثمناً مكلفاً وهو استهلاكها لكميات كبرى من الطاقة وبالتالي وقوعها في مشكلة الحرارة. مما يعني انه لا يمكن وضع أكثر من بضعة ألوف من الترانزيستورات الثنائية القطب على شريحة سيليكون واحدة. النوع الثاني من الترانزيستورات، الموسفيت، يعمل، كما يوحي إسمه بتأثير الحقل الكهربائي. إن التيار في هذه الترانزيستورات، الاحادية القطب، ينتقل اما عن طريق الالكترونات أو الثقوب وليس من كليهما معاً. والنشء الذي تنفرد به هذه الترانزيستورات هو وجود مركز تماس معدني يضغط تيار الترانزيستور بواسطة حقل كهربائي يولده. موقع



هكذا كانت تبدو بدالات كمبيوتر «مارك - ١» وكان أول كمبيوتر يجري التحكم به بواسطة البرامج وقد بلغ عددها ٤٢٠ بدالة تدار باليد لتحديد القيم اللازمة لاجراء الحسابات بحسب النظام العشري. وقد احتل هذا الكمبيوتر مساحات امتدت طولياً ٥١ قدماً.



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

بدأنا منذ أربعة فصول شرح الدارات الثنائية وكيف تطوّرت من بدالات بسيطة إلى ترانزستورات معقدة. كما عرّجنا على طريقة عمل الترانزستورات والطريقة التي يأمل بها المهندسون الإلكترونيون صنع ترانزستورات تحقّق طموحات الإنسان نحو سرعات فائقة، وفي هذا الفصل نشرح الطريقة المرحلية والمعقدة التي يُصنّع بها الترانزستور.

## الفصل السابع عشر الدارات الثنائية / ٤

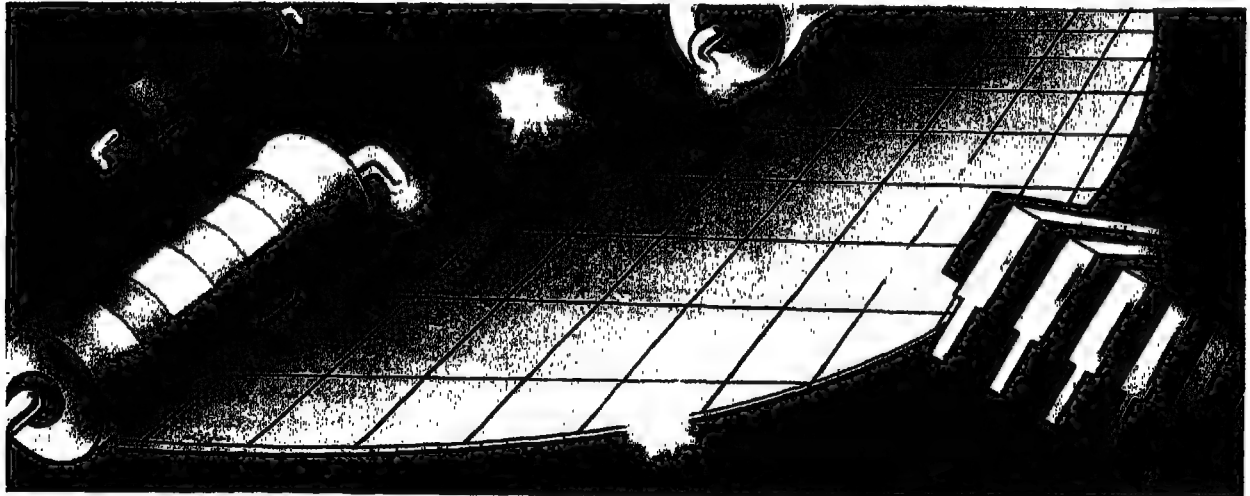
### كيف يصنع الترانزستور؟

تبسط الرسوم المرفقة بهذا الفصل الطريقة المرحلية البالغة التعقيد التي تصنع فيها الترانزستورات. فصنع الترانزستور يستغرق عادة حوالى شهرين. ومن حسن الحظ فإن مئات منه تصنع في وقت واحد وذلك على رقاقة (Wafer) أي سبيكة واحدة من السيليكون.

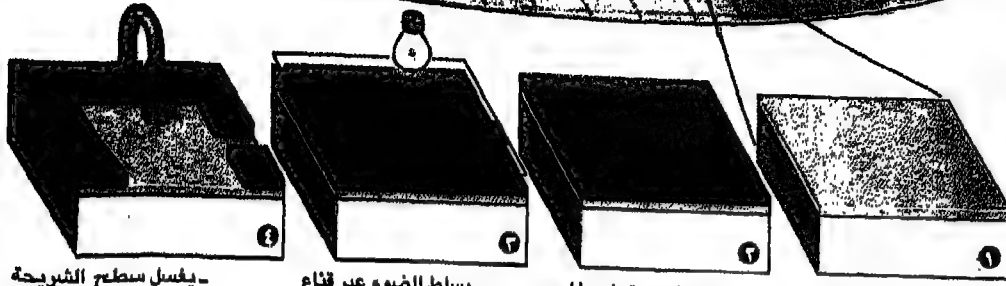
تمثل الرسوم المتتالية ترانزستوراً واحداً يحتل مساحة دقيقة جداً على شريحة تتضمن المئات منه كما يلاحظ في القرص المستدير الكبير (الذي يظهر قسم منه فقط في أعلى الصفحة التالية) والذي يرمز إلى الرقاقة. وكل ترانزستور في الرسوم مكبر حوالى ألفي وخمسمائة مرة. تعرف عملية صنع الترانزستور بالليثوغرافيا الضوئية (Photolithography) والليثوغرافيا من حيث الأساس هي الطباعة التي تستعمل صفائح من الزنك والالمنيوم المعدة كيميائياً لطبع الرسوم عليها. تؤخذ شظية صغيرة من السيليكون لا تزيد سماكتها عن ٤ على ألف من البوصة بعد أن تغمس في بعض المواد غير النقية كالبورون الذي من شأنه أن يحدث فراغات قليلة الإلكترونات بحيث يشكل الجزء الذي تتكون منه هذه الفراغات منطقة

تحمل شحنة كهربائية موجبة «صنف - م». ولطريقة معالجة السيليكون بالشوائب نحيل القارئ إلى الفصل السادس ونكتفي هنا بشرح مراحل صنع الترانزستور على شريحة السيليكون المعالج قبلاً بالشوائب. تؤخذ اذاً، شريحة سيليكون «صنف - م» لتكون القوام الاساسي (Substrate) الذي يبنى عليه الترانزستور وتضاف اليها ٤ طبقات رقيقة في اربع مراحل. في كل مرحلة تطلّى المادة بغشاء رقيق من مستحلب (Emulsion) حساس للضوء ثم تعرض لانماط شكلية من الضوء ما فوق البنفسجي من خلال عملية تقنيع (Masking) يلي ذلك الحفر (Etching) والادمام (Doping) والتليبس (Coating) واخيراً الترسيب (Deposition). مما يضيف ٤ طبقات على القوام الاساسي كل واحدة منها لا تزيد كثافتها عن واحد بالمئة من سماكة الشريحة.

وعند اكمال هذه العمليات يصبح لدينا ترانزستور من نوع ان - موس Negative-Channel Metal Oxide Semiconductor (n-Mos) أي اكسيد معدني نصف ناقل ذو قناة سالبة. ونظراً الى ان هذا الترانزستور اقل استهلاكاً للكهرباء وبالتالي اقل توليداً للحرارة من النوع الآخر الموجب فإنه يستخدم في الشرائح التي تتطلب وضع آلاف الترانزستورات جنباً الى جنب على شريحة واحدة.



## المرحلة الأولى



1- يغسل سطح الشريحة بمحلول يزيل الاقسام الطرية من المستحلب مبقيا على الاقسام الصلبة. فيكتلف من جديد ثاني اكسيد السيليكون الا من جزء مرتفع من المستحلب الصلب.

2- يسقط الضوء عبر قناع غير شفاف الا من امكثة معينة تسمح بتسرب الاشعة ما فوق البنفسجية منها، مرسومة بالشكل المراد ان يتم حرق سطح الشريحة به، فيقاس المستحلب تحت القسم الشفاف نتيجة تعرضه للضوء في حين يظل القسم الآخر طري للمس.

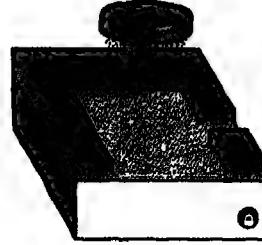
3- يضاف مستحلب خاص عازل للضوء فتتشكل فوق الشريحة طبقة مقاومة للضوء (اللون الازرق) لا تمتص الا الضوء ما فوق البنفسجي وبذلك يتم اعداد السطح للمعالجة بالتقنيع الضوئي (Photomasking).

4- توضع الشريحة في فرن غازي شديد الحرارة. فيكتسب القوام الدائم ايجابيا طبقة عازلة من ثاني اكسيد السيليكون (اللون الاصفر).

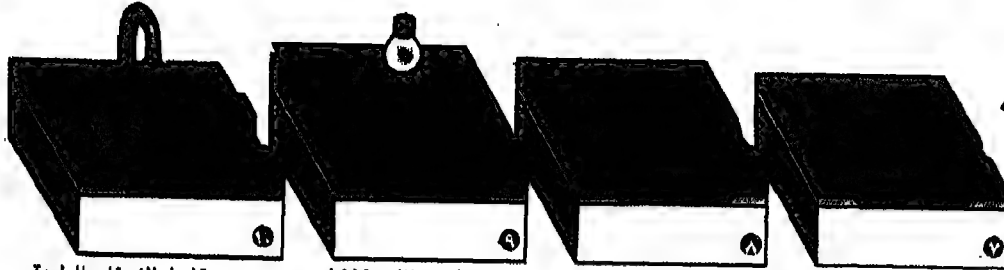
5- تزال بقايا المستحلب الصلب والتي تشكل مرتفعا على سطح الشريحة بواسطة الغسل الكيميائي مما يبقى على وجه غير مسطح ولكنه مصنوع من ثاني اكسيد السيليكون.



6- تحفر القشرة الخارجية لطبقة ثاني اكسيد السيليكون بالغازات الحارة ويبقى على طبقة بالغة الرقة لتكون بمثابة العازل.



## المرحلة الثانية



7- تغسل الاجزاء الطرية فيبقى على السطح شكل زاوي.

8- يؤتى بقناع يتخذ فيه القسم الشفاف شكلا زاويا ويؤدي الضوء المتسرب من خلاله الى قساوة جزء مواز له من طبقة المستحلب وبقاء القسم الآخر طري للمس.

9- يضاف غشاء رقيق من المستحلب المقاوم للضوء فوق طبقة البولي سيليكون معاد السطح مرة اخرى للثاني عملية تقنيع ضوئية.

10- ترسب طبقة من البولي سيليكون (اللون البرتقالي) وهي مادة سيليكونية مصنعة لتقوم بمهمة البوابة التي تثبت اشارة الشحنة الوافدة.



11- يرسب الفوسفور في البئرين بواسطة الادمام فتصبح لدينا منطقتان سالبتان (اللون الاخضر) وسط منطقة موجبة هي السيليكون.

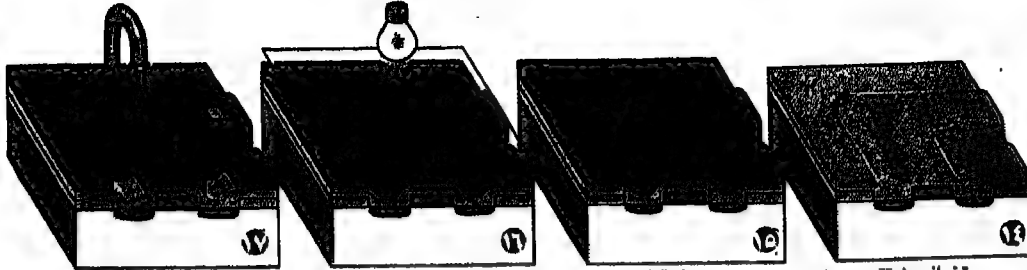


12- يزال ما بقي من المستحلب فينتكون لدينا سطح هو بمثابة بوابة من البولي سيليكون يعبر من خلالها التيار. هذه البوابة تتوسط جوفين هما بمثابة بئرين من السيليكون.



13- يزال البولي سيليكون الزائد بواسطة الحفر مبقيا على غشاء رقيق من ثاني اكسيد السيليكون كاشفا الاساس السيليكوني للشريحة (اللون الابيض).

## المرحلة الثالثة



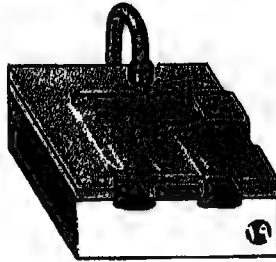
١٣ - يتم غسل المستحلب الطري فلتكون ثلاث بلع من ثاني اكسيد السيليكون (باللون الاصفر) هم المراكز التي ستقام فيها المحاور.

١٤ - يتولى الضوء تقسية المستحلب في جميع انحاء السطح باستثناء ثلاث مناطق صغيرة (باللون الاسود) هي مواقع المحاور

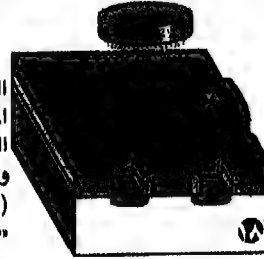
١٥ - يتولى قناع من المستحلب المقاوم رسم الاطار لصنع المحاور (Shaft) والتي تصبح نقاط اتصال معدنية لكل من البولي سيليكون والبزيرين مما يشكل قطبي الترانزيستور.

١٦ - تضاف طبقة جديدة من ثاني اكسيد السيليكون لعزل البنية الاساسية للترانزيستور عن العنصر المعدني والذي سيضاف بالترسيب.

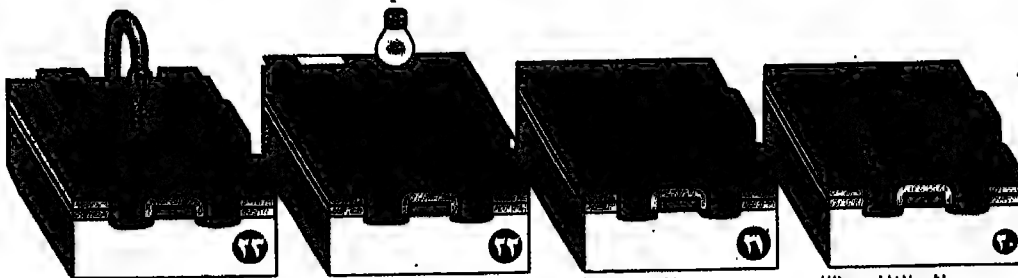
١٧ - يغسل ما تبقى من المستحلب فيتكون بئران احدهما الينبوع والآخر المصب (اللون الاخضر).



١٨ - يتولى الاسيد ازالة البقع كاشفا عن مواقع المحاور المكونة من مساحات من السيليكون (اللون الاخضر) وعن بوابة من البولي سيليكون (اللون البرتقالي) وكلاهما «صنف - س».



## المرحلة الرابعة



١٩ - يغسل المستحلب الطري معربا المناطق التي ترسب فيها المعدن في غير الاماكن المطلوبة.

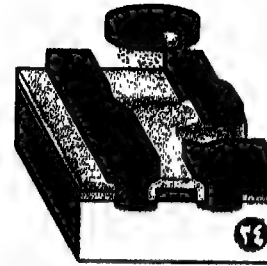
٢٠ - يقسى الضوء المستحلب الممدود فوق الالمنيوم الذي سيتولى نقل الكهرباء من والى الترانزيستور.

٢١ - يعد المستحلب المقاوم لعملية التقنيع الرابعة والاخيرة من اجل اعداد السطح للترسيب المعدني.

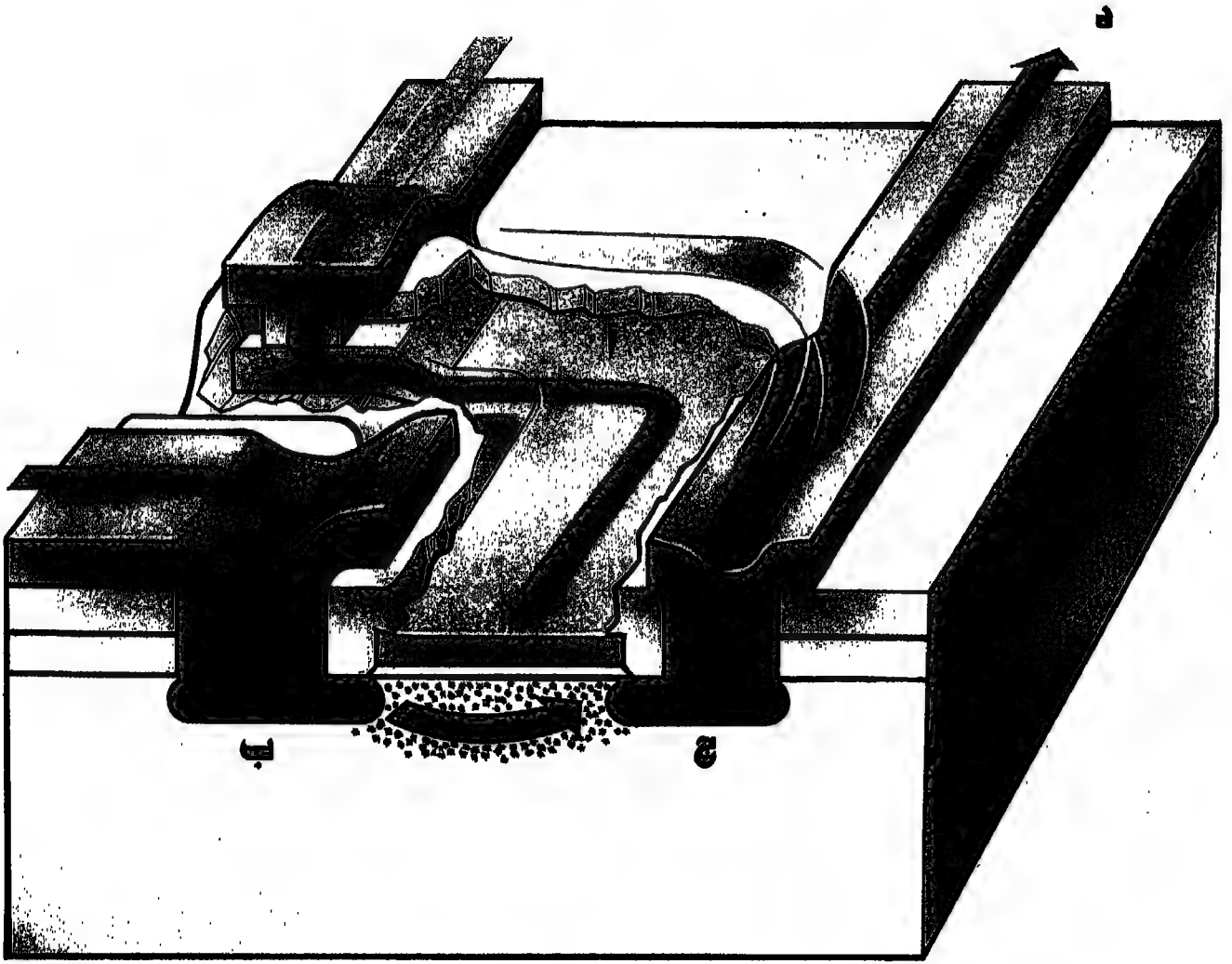
٢٢ - ينشر الالمنيوم (اللون الرمادي) بصورة مساوية على سطح الترانزيستور وفي المحاور ليوفر نقطة التماس الكهربائي.



٢٣ - يتم غسل ما تبقى من المستحلب. عندها يصبح الترانزيستور جاهزا للاستعمال.



٢٤ - تزال الزوائد المعدنية بواسطة الحفر مما يبق على المعدن في الاماكن اللازمة اي عند نقطتي التماس ونقاط التوصيل مع الاسلاك التي تربط الترانزيستور بغيره.



### ... وأخيرا كيف يعمل؟

الذي يشغل الترانزيستور. عندها يمكن للتيار (السهم الأزرق) ان يتدفق من الينبوع الى المصب وإلى ان يخرج عبر الموصل المصنوع من الألمنيوم (د) الى امكنة اخرى في الدارة.

يبين هذا المقطع العرضي الطريقة التي سيقوم فيها الترانزيستور بدور البدالة. فحينما نمتنع عن وصل الكهرباء الى بوابة البوليسيليكون (ا) لا يمر اي تيار من الينبوع «صنف - س» (ب) الى المصب «صنف - س» (ج). ولكننا اذا مررنا شحنة موجبة (السهم الاحمر) على البوابة فانها تؤثر في الطبقة العازلة الرقيقة المصنوعة من ثاني اكسيد السيليكون (الاصفر) وتجعل منها قناة مؤقتة «صنف - س» الامر



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

طوال عشرة فصول سابقة عرضنا لغة الكمبيوتر الرقمية الثنائية باعتبارها اللغة التي يفهمها الكمبيوتر. كما عرضنا خصائص اللغة الإلكترونية التي يُترجم بواسطتها الكمبيوتر التعليمات الثنائية إلى إشارات إلكترونية تسمح له بأداء مهامه. ثم عرضنا المنطق الكمبيوتر الذي يُمكن الكمبيوتر من القيام بالفرضيات المنطقية وكذلك الدارات الثنائية، كالترانزستورات، والطريقة التي تستقبل فيها الإشارات الكهربائية المنفصلة والمتقطعة التي تُمثل اللغة الثنائية. في هذا الفصل نعرض جانباً آخر من النشاط الكمبيوتر وهو الكيفية التي يقبل فيها الكمبيوتر بيانات غير رقمية.

## الفصل الثامن عشر من القياسي الى الرقمي

ان ما تتصف به هذه الظواهر هو استمراريته وتواصلها ، وتفاوت درجاتها صعوداً وهبوطاً بين حديها الأدنى والأعلى دون قيد. لذلك لا بد من تحويل هذه الامواج المستمرة الى بيانات متقطعة ومن ثم تحويل هذه البيانات الى قيم رقمية ثنائية تؤهلها للمنطق الكمبيوترى الدقيق.

ومن أجل ذلك ابتكرت اجهزة ادخال استشعارية (Sensory) تتولى تحويل البيانات الى اشارات كهربائية متفاوتة الشدة (الفولطية). فجهاز الاستشعار الحراري مثلاً يسجل فولطاً مرتفعاً عندما ترتفع الحرارة وفولطاً منخفضاً عندما تنخفض الحرارة. وكذلك الامر بالنسبة لخلية الاستشعار البصرية الحساسة للضوء، فهي تستجيب للتغير الحاصل في الضوء صعوداً وهبوطاً.

هناك عدد لا يحصى من مصادر المعلومات الاساسية كالضوء، والصوت، والحرارة، والضغط وغير ذلك من ظواهر الطبيعة التي نحتاج الى دراستها والتي تمتاز بكونها غير محددة ولا يمكن التعبير عنها بقيم ثابتة. ولما كان الكمبيوتر لا يتعامل الا بالقيم الثابتة كالصفر والواحد، والخطأ والصح ولا توجد عنده انصاف وضعيات، فإنه لا يستطيع استقبال البيانات غير الرقمية ليقوم بأعمال المعالجة والتحليل التي قد نطلبها منه.

ومع ذلك فإننا نعلم ان الكمبيوتر يتنبأ بالاحوال الجوية ويقيس سرعة الضوء المنبعث في ساعات معينة من النهار ليقوم بمهام معينة قد نطلبها منه، كفتح النوافذ أو تضيق فتحاتها

وما شابه. فكيف يمكنه القيام بذلك؟ والأصح كيف يستطيع قراءة هذه الظواهر ومعالجتها؟



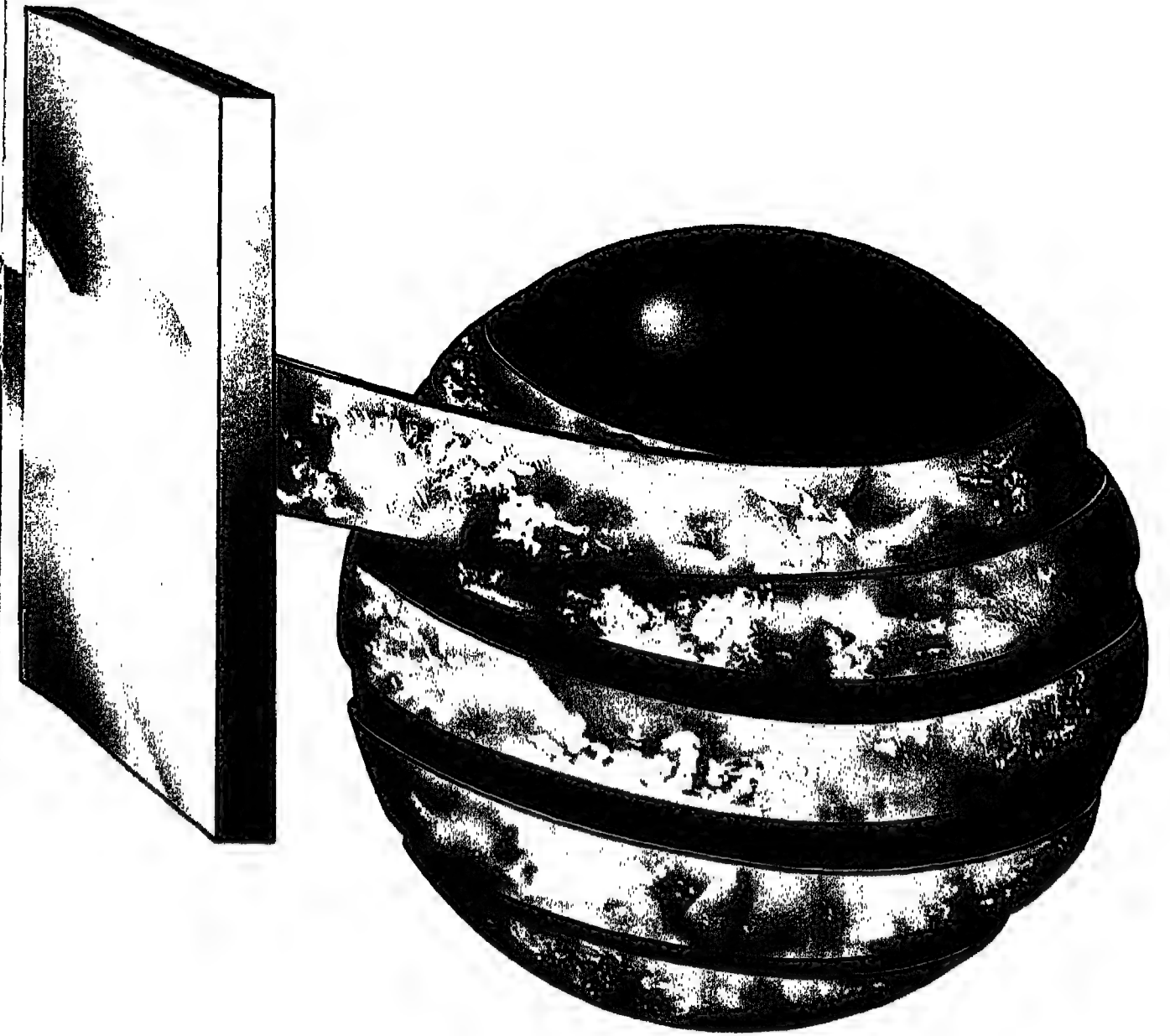


ويقوم المحوّل بذلك عن طريق أخذ عينات من الإشارات القياسية في فترات متناوبة منتظمة وتحويل فولط كل عينة الى قيمة رقمية منفصلة وثابتة ومحدّدة.

يتولى ذلك محوّل قياسي رقمي (A-D converter). ومهمته تحويل الفولطات المتفاوتة للإشارات الى سلسلة من الذبذبات التي تتراوح بين احدى حالتين لا غير والتي يمكن ان يعبر عنهما بالنظام الثنائي صفر أو واحد ويمثلان بالتالي حالتين مطلقاً ومشغّل اللتين تعمل البدالات الالكترونية على أساسهما.

وتُعرف هذه الإشارات بالإشارات القياسية لأنها شبيهة ومماثلة للواقع. والقياسات الفولطية التي تعطى لها ليست سوى قياس درجة ذبذبة الإرتفاع والإنخفاض الذي يطرا عليها.

وتحويل الظواهر الى اشارات قياسية هو المرحلة الاولى. ويعقب ذلك تحويل هذه الاشارات الى بيانات رقمية. ومع انه توجد كمبيوترات قياسية تستطيع قبول هذا النوع من البيانات، إلا أن الكمبيوترات الأكثر شيوعاً هي الكمبيوترات الرقمية، ولا بد بالتالي من إيجاد طريقة لجعلها تتعامل مع الظواهر القياسية.

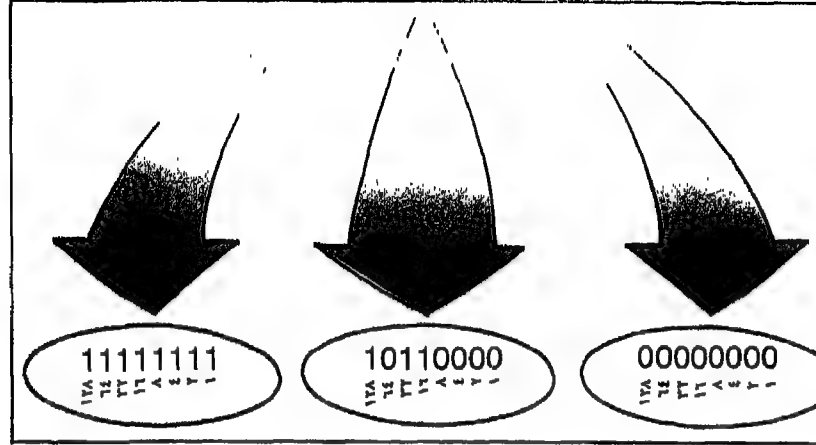


يمثل هذا الرسم موجة حرارية منبعثة من الكرة الأرضية على شكل قشرة منسلخة من ثمرة. وبعد أن تعبر الموجة جهاز استشعار تتحول الى اشارات متموجة مختلفة درجات الحرارة. وتنعكس القمم والوديان بدقة تامة الاختلافات التي قراها جهاز الاستشعار في درجة حرارة المصدر الحراري الوافد. ومن اجل ذلك نقول ان الاشارات قياسية.



## كيف نقرأ الأرقام الثنائية

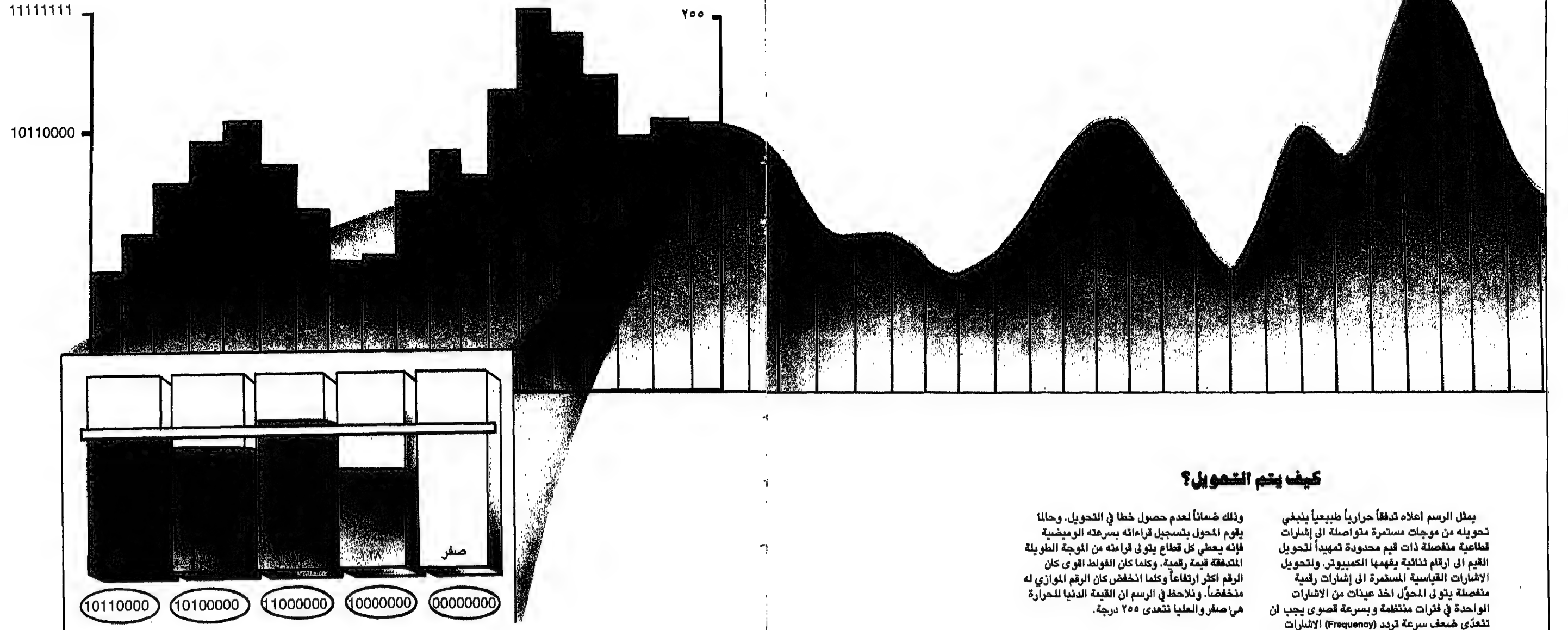
في النظام الرقمي الثنائي (وأساسه الرقم ٢) فإن كل خانة إلى اليسار تتضاعف مرتين. في الرقم الثنائي 10110000، على سبيل المثال، تحتل الإحد القيم العشرية ١٢٨ و ٣٢ و ١٦ (تُهمَل الأصفر). فإذا جمعنا ما يكون عندنا الرقم ١٧٦ وهو المرادف العشري للرقم الثنائي 10110000. يطلق على كل خانة بت (Bit) وكل ثمانية بتات تشكل بايتا (Byte). أكبر رقم عشري يمكن التعبير عنه بالبايتات هو ٢٥٥ (11111111). ويتولى الكمبيوتر معالجة المعلومات في وحدات أو كلمات تتراوح بين ٨ و ٦٠ بتاً.



## التحويل من ثنائي إلى رقمي

بصورة أوتوماتيكية بتاً واحداً ليصبح الرقم الثنائي 11000000 (يساوي ١٩٢ في النظام العشري). فإذا تبين له أن هذا الرقم يفوق المطلوب قام بإلغاء البت وأضافته إلى الخانة التالية فيصبح الرقم 10100000 (أو ١٦٠ في النظام العشري) فإذا كان الرقم منخفضاً يضيف له بتاً آخر ليرتفع إلى 10110000 أي ١٧٦. وهنا تتوقف العملية لإكمال المطابقة. وحينما يقوم المحول بترجمة الموجة الوافدة كلها إلى أرقام ثنائية رقمية يقوم الكمبيوتر بتحليلها.

المرحلة الثانية تكون باستخدام تقنية تعرف بـ «التقريب المتتالي» (Successive Proximation) والتي يتولى فيها المحول، وهو في مثلنا يعمل على ٨ بتات، عملية إعطاء قيمة لكل فولط وافد مجهول القيمة وذلك بإطلاق سلسلة فولطات اختبارية تتراوح بين الصفر و ٢٥٥ وأجراء مطابقة قياسية بين الإثنين معاً وكذلك إجراء ما يلزم من التعديلات بزيادة بت أو إنقصاه لزيادة الرقم أو تخفيضه لإكمال المطابقة. فإذا تبين مثلاً أن المدى المتوسط 1000000 (ويساوي ١٢٨ في النظام العشري) هو رقم منخفض فإن المحول يزيد



## كيف يتم التحويل؟

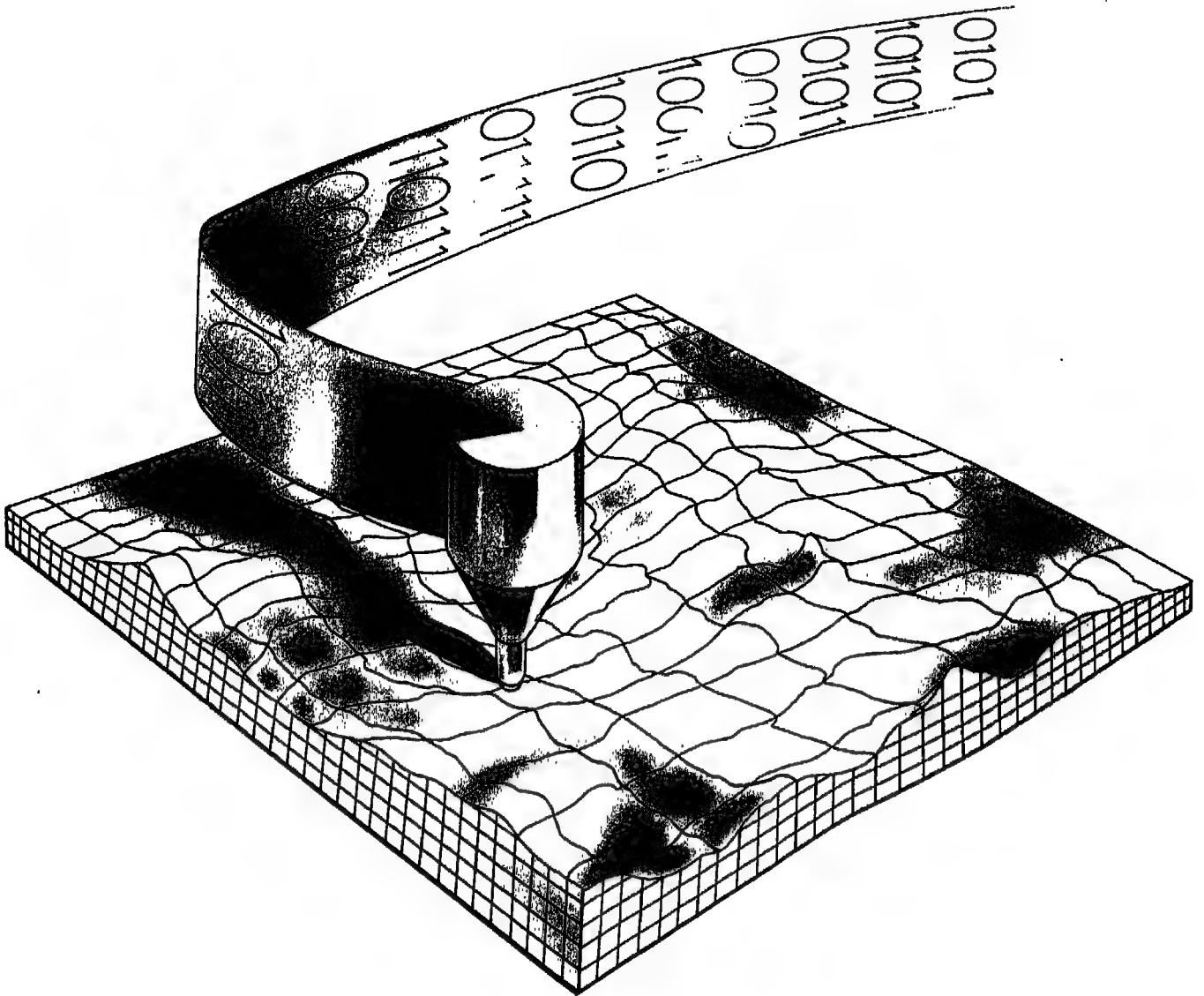
وذلك ضماناً لعدم حصول خطأ في التحويل. وحالما يقوم المحول بتسجيل قراءاته بسرعة الوميضية فإنه يعطي كل قطاع يتولى قراءته من الموجة الطويلة المتدفقة قيمة رقمية. وكلما كان الفولط أقوى كان الرقم أكثر ارتفاعاً وكلما انخفض كان الرقم الموازي له منخفضاً. ونلاحظ في الرسم أن القيمة الدنيا للحرارة هي صفر والعليا تتعدى ٢٥٥ درجة.

يمثل الرسم أعلاه تدفقاً حرارياً طبيعياً ينبغي تحويله من موجات مستمرة متواصلة إلى إشارات قطاعية منفصلة ذات قيم محدودة تمهيداً لتحويل القيم إلى أرقام ثنائية يفهمها الكمبيوتر. ولتحويل الإشارات القياسية المستمرة إلى إشارات رقمية منفصلة يتولى المحول أخذ عينات من الإشارات الواحدة في فترات منتظمة وبسرعة قصوى يجب أن تتعدى ضعف سرعة تردد (Frequency) الإشارات

## من البيانات الى الظواهر

يعرض البيانات على الشاشة أو الطابعة، التي تنقل النتائج على صفيحة ورقية، مصمم بحيث يترجم الخارج الرقمي إلى أشكال مرئية أو مطبوعة. وهناك أداة خرج رقمية أخرى هي الراسمة التي تتولى تحويل الإشارات الثنائية التي يرسلها الكمبيوتر إلى إحداثيات (Coordinates) دقيقة يعبر خلالها رأس قلم يتحرك ذهاباً وإياباً مكوناً، خلال حركته هذه، الرسم التصويري الذي يمثل الظاهرة الطبيعية المعنية.

مثلما أن الظواهر الطبيعية القياسية يمكن أن تتحول إلى بيانات رقمية فإنه بالإمكان كذلك تحويل البيانات الرقمية إلى قياسية وبالتالي ترجمة هذه القيم العددية إلى ظواهر. ويتوقف ذلك على نوع أداة الإخراج المستعملة. فالمركب (Synthesizer) الذي يتيح للكمبيوترات أن تحول البيانات إلى صوت مسموع تحتاج إلى ترجمة الخارج الرقمي إلى إشارات قياسية تنشيط مكبر الصوت. في حين أن الأنبوب الكاثودي المفرغ الذي





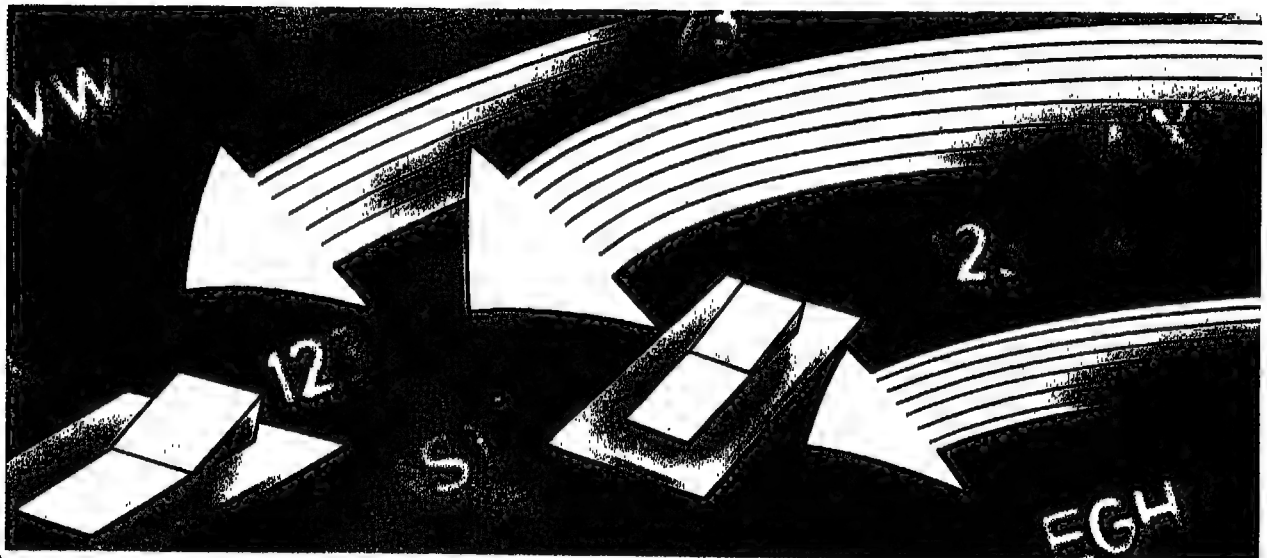
|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |

أصبح من الضروري الآن أن نأخذ فكرة عما يحدث داخل الكمبيوتر عندما نبدأ بتشغيله، وأن نتعرف إلى سلسلة الخطوات الإجرائية التي تؤهله للعمل، وفي هذا الفصل والذي يليه نتناول عمليتي التأهيل والتدقيق اللتين يبدأ بهما كل عمل كمبيوتر.

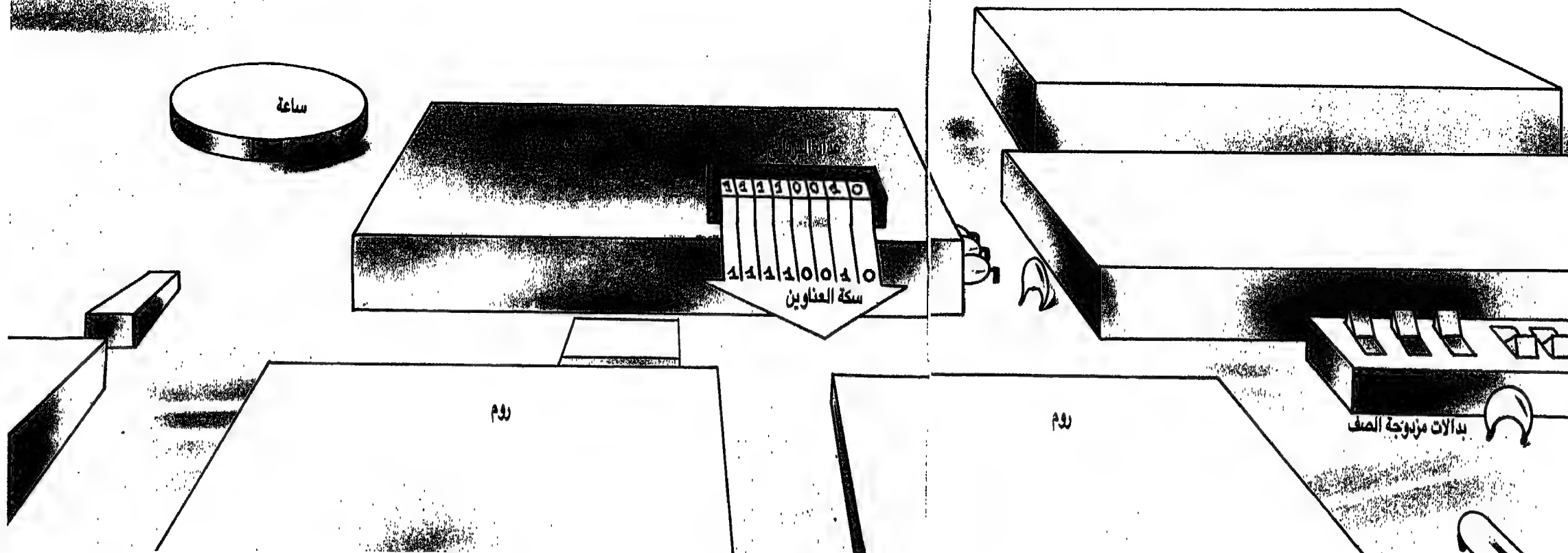
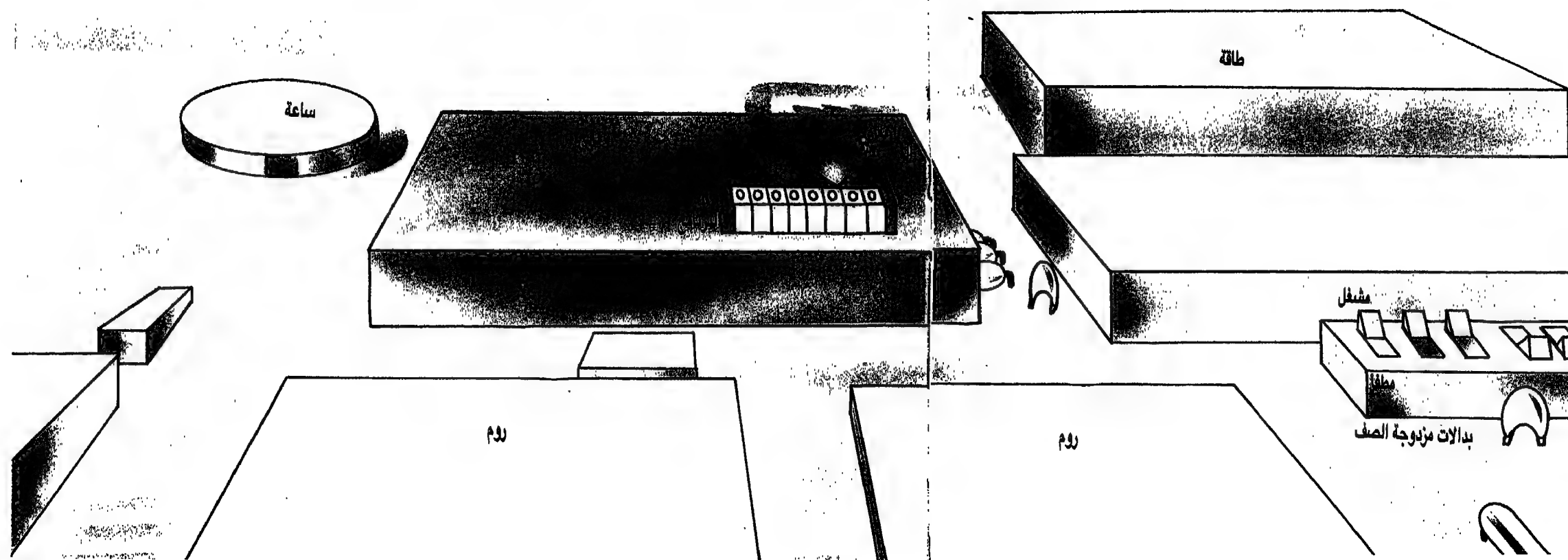
## الفصل التاسع عشر تأهيل الكمبيوتر

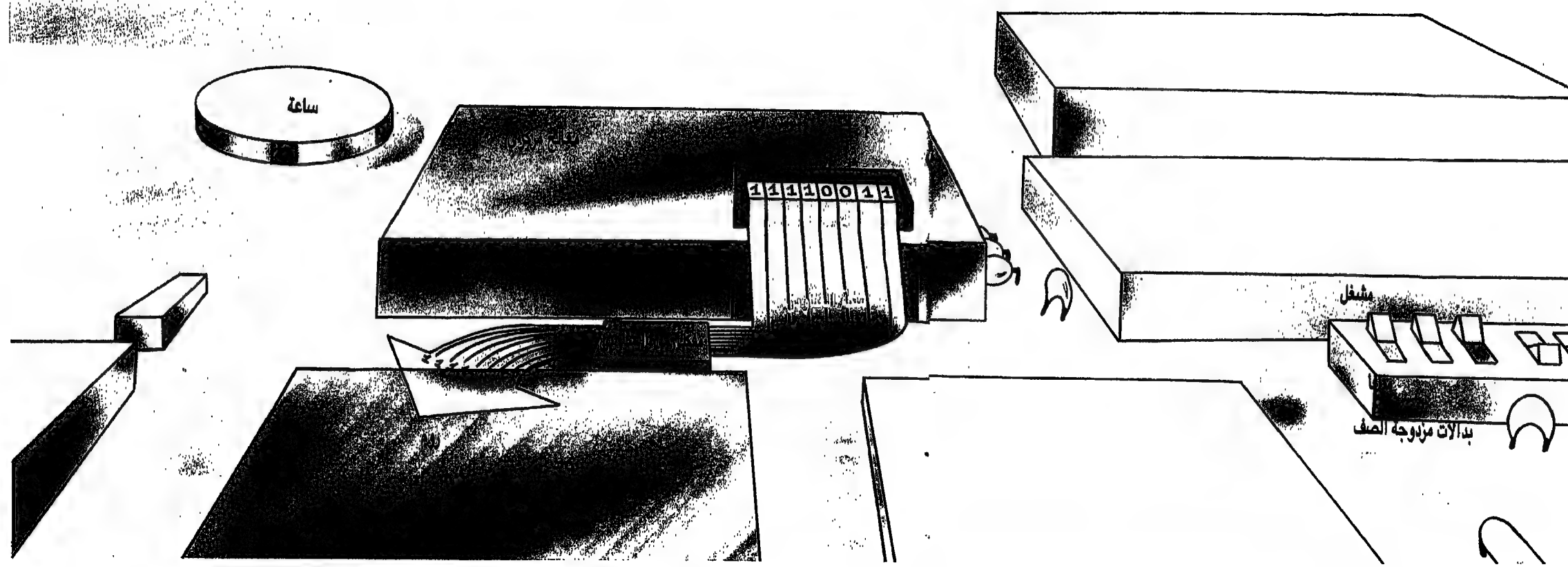
خاصة تعرف بالبدالات المزدوجة الصف (DIP Switches). هنا يتولى العنوان - وهو عبارة عن تسلسل من الفولطات الكهربائية المرتفعة والمنخفضة التي تمثل أرقاماً مكونة من واحد وصفر - والذي يمكن أن يتألف من ثمانية بتات أو ١٦ أو ٢٠ تحديد موقع برنامج التأهيل في ذاكرة روم (Rom). وتختلف برامج التأهيل بين جهاز كمبيوتر وآخر. في بعض الأحيان يعد الكمبيوتر كي يتولى البحث عن مصدر ذاكرة خارجي كسواقة اسطوانات ويتبع عندها أية تعليمات يجدها بانتظاره هناك. في النظام الموضح في الرسم المرفق، يتولى الكمبيوتر البحث عن التعليمات في عدة أجزاء داخلية تابعة للجهاز نفسه. بعدها تتولى وحدة المعالجة المركزية معالجة برنامج البدء بواسطة بضعة الوف من الخطوات الصغيرة والتي تتمثل في الرسم المرفق بتعليمات مؤلفة من بايت واحد (أي ثمانية بتات). كل بايت يمثل عنواناً أو تعليمة معينة أو قطعة بيانات موجودة في عنوان معين قد تكون رقماً أو حرفاً أبجدياً. ويتحرك كل بايت على شكل تسلسل فولطات مرتفعة أو منخفضة ممثلة التعليمات أو البيانات باللغة الرقمية الثنائية (واحد وصفر) والتي تتمثل هنا في الرسم بالشرط الاصفر.

حينما نقوم بتشغيل الكمبيوتر بإدارة مفتاح الطاقة، تنتشر الكهرباء في الجهاز وتبدأ سلسلة من الخطوات المقررة سلفاً. تبدأ ساعة الكمبيوتر المصنوعة من الكوارتز بإرسال اشارات عبر شبكة الجهاز بمعدل عدة ملايين من النبضات في الثانية الواحدة. وكل عمل يحصل يتم التحكم به وضبطه بواسطة هذه النبضات المستقلة عن اشارات الضبط والتحكم الأخرى التي تحصل في الكمبيوتر. عند انطلاق أولى الاشارات النابضة للساعة تتولى اشارة اعادة الوضعية (Reset Instruction) بصورة اوتوماتيكية تفريغ جميع دارات التخزين والسجلات المؤقتة العائدة الى وحدة المعالجة المركزية من اية شحنات عارضة يمكن ان تدخلها عبر التيار الكهربائي عند تشغيل الجهاز او متبقية من آخر مرة جرى فيها تشغيل الجهاز. ويتفريغ سجل خاص يطلق عليه عداد البرنامج (Program Counter) فان اشارة اعادة الوضعية تعيد العداد الى الصفر. عندها يصبح الجهاز جاهزاً لتنفيذ عملية أخرى يطلق عليها التأهيل (Bootstrapping). فعند انطلاق النبضة التالية للساعة يجري تحميل عداد البرنامج عنواناً معداً سلفاً من قبل مصنعي الكمبيوتر. ويتم تحميل العنوان بواسطة بدالات

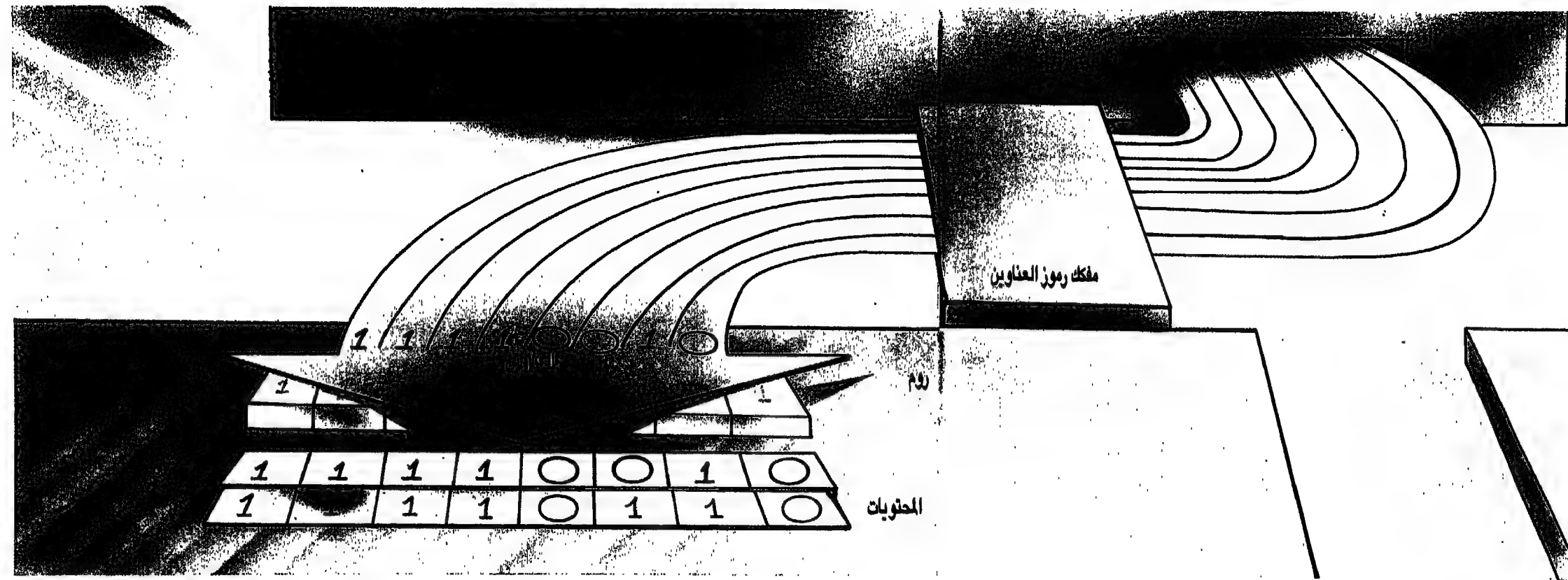


حاليا يزود الجهاز بالطاقة  
(الرسم الاعلى، اللون البنفسجي)  
تحصل عدة خطوات متتالية  
وبسرعة فائقة بحيث تبدو كما لو  
انها تجري في وقت واحد. اول  
نبضة من نبضات الساعة تتولى  
اطلاق اشارة إعادة الوضعية مفرغة  
عداد البرنامج الى الصفر. ويقوم  
برنامج العداد، الذي يتولى مهمة  
الساعي، بإبلاغ وحدة المعالجة  
المركزية، بالمكان تكمن فيه  
التعليمات التالية. ولدى انطلاق  
النبضة الثانية للساعة (الصورة  
السفلى لجهة اليمين) يظهر فجأة على  
عداد البرنامج عنوان مبرمج سلفا.  
في رسمنا المرفق، العنوان هو لموقع  
معين في ذاكرة روم وضعت فيه  
التعليمات الاولى التي دونت عليها  
بصورة دائمة اوامر تشغيل  
البرنامج. وعند انطلاق نبضة  
الساعة التالية تتولى وحدة  
المعالجة المركزية نقل العنوان  
المكتوب بلغة رقمية ثنائية من عداد  
البرنامج الى سكة (باص) العناوين  
(اللون الاصفر). ومع انتهاء  
النبضة يكون العنوان التالي في  
سلسلة العناوين قد ظهر على  
برنامج العداد.





مع نبضات الساعة تتخذ سكة  
العناوين النمط الثماني للفولطيات  
المرتفعة والمنخفضة التي تمثل رقم  
عنوان أول تعليمية والقاضية  
بتأهيل الكمبيوتر وإعدادة للعمل.  
كما وأن عنوان التعليم الثانية  
يكون، عندها، قد أصبح جاهزا في  
عداد البرنامج. ومع النبضة التالية  
تتولى الدارات في مفك رموز  
العناوين تحديد موقع العنوان.  
وتتولى النبضة الثالثة التالية،  
تنبيه الشريحة الملائمة في ذاكرة  
روم وإعدادها.



مع استمرار نبضات الساعة  
تقوم الدارات التي تتضمنها ذاكرة  
روم بتنبيه خلايا الذاكرة (الدوائر  
الصفراء في الصورة السفلى) في  
الشريحة المختارة. ويلاحظ بأن  
الشريط الثنائي العنوان يختلف  
عن الشريط الذي يمثل المحتويات  
التي يتضمنها العنوان. فالعنوان  
يشير فقط الى مكان حفظ البيانات  
وليس الى مضمون البيانات في  
الحالة التي نوضحها بالرسم فإن  
المحتويات المكونة من ثمانية بتات  
هي الشيفرة الثنائية لأول تعليمية في  
سلسلة التأهيل. وطبعا فإن وحدة  
المعالجة المركزية تحتاج الى قراءة  
هذه المعلومات كي تبدأ بدورها  
العمل ولكن ينبغي عليها ان تنتظر  
إشارة خاصة ونبضة الساعة ايذانا  
بذلك.



## ادوات تحريك الدالة المنزلقة

وذلك حسب رغبة المشغل. ولكن حينما يلزم نقل الدالة الى ابعاد من موقع واحد او تحريك الاشارة بمرونة وسرعة زائدتين الى مسافات متفاوتة كما يحدث في الالعاب فان المفاتيح لا تلائم مثل هذه المهمة. لذلك صمم المهندسون ادوات تسمح للمشغل بتحريك الدالة بطواعية كاملة. من ابرز هذه الادوات «الفارة» التي تمسك باليد وتحرك فوق سطح املس وتستطيع نقل الدالة الى الاتجاه المطلوب. والفارة على نوعين بصري (Optical) (الصورة العليا)، وآلي (Mechanical) (الصورة السفلى).

يعتمد جانب كبير من التواصل بين الكمبيوتر ومشغله على الدالة المنزلقة. وهي المؤشر الالكتروني المضيء الذي تنحصر سهمته في الدلالة على المكان الذي ستنتم فيه الخطوة التالية من التعامل مع الكمبيوتر. تتحرك الدالة المنزلقة مستجيبة لتعليمات صادرة عن لوحة المفاتيح. فاذا قمنا بالضغط على اشارة ما (حرف او رقم او رمز) على لوحة المفاتيح تنتقل الدالة موقعا واحدا الى اليمين. كما وان الضغط على احد المفاتيح الوظيفية الخاصة المتعلقة بالدالة ينقل الاشارة الى اي من الجهات الاربع - فوق او تحت، الى اليمين او اليسار -

تمتاز الفارة البصرية بانها لا تملك اية اجزاء متحركة. وهي تستعمل دائما الى جانب لبادة (Pad) مغطاة بمصبعة (Grid) من الخطوط المتعاقبة العمودية والافقية. فحينما نمرر الفارة فوق المصبعة يتولى الضوء المنبعث من مصابيح داخلية دقيقة انارة السطح. فتقوم عدسة يتركز شكل الخطوط ثم تعكسها مرآة داخلية على مستشعر (Sensor) يطلق عليه كاشف ضوئي (Photodetector) على اثر ذلك تتم ترجمة المعلومات المكونة في الكاشف الى اشارات ترسل الى الكمبيوتر والذي بدوره يحول الاشارات الى بيانات والبيانات الى حركات تقوم بها الدالة على الشاشة.

صمام ثنائي مضيء

في الفارة الآلية يجري العمل بطريقة مختلفة. فتحركات الطابة المتدرجة يجري تعقبها اما بطريقة آلية او بصرية. والجهاز المبين هنا الى جانب هذا النسخ هو من النوع البصري. تتولى الطابة تحريك اسطوانتين في اتجاه دائري. هاتان الاسطوانتان مثبتتان في وضع عمودي نسبة الى بعضهما البعض. كل واحدة تحمل قرصا مخرما على احد طرفيها. يتولى القرص اعترض الضوء المنبعث من صمام ثنائي مضيء (Light-emitting diode-LED) وتتولى ثنائيسين ضوئيين على الطرف الاخر للقرص، تسجيل نبضات كهربائية. معبرة عن اشارات حركية. هذه الاشارات ترسل الى الكمبيوتر الذي يقوم بها الفارة فالحاسوب يرشد الى الجهة التي يراد ان تكون الدالة على الشاشة.



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

بدأنا في الفصل السابق التعرف إلى عملية التأهيل التي يبدأ بها كل عمل كمبيوترى وذلك ضمن إطار تقديم فكرة عما يحدث داخل الكمبيوتر عندما تبدأ بتشغيله، والإلمام بسلسلة الخطوات الإجرائية التي تؤهله للعمل، وفي هذا الفصل نتابع شرح عملية التأهيل.

## تأهيل الكمبيوتر ٢/

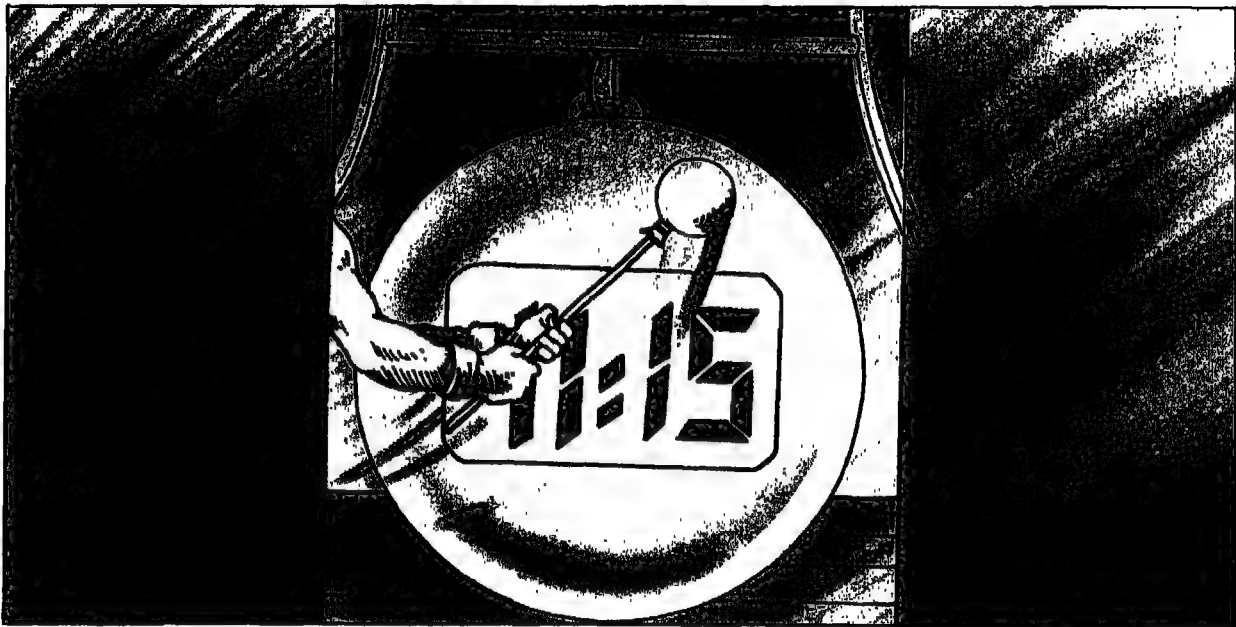
التي تمثل ارقاما مكونة من واحد وصفر والغاية منه تحديد موقع برنامج التأهيل في ذاكرة روم (Rom).

بعدها تتولى وحدة المعالجة المركزية برنامج البدء بواسطة سلسلة من الخطوات الصغيرة التي يصل عددها الى الوف الخطوات. مع كل نبضة للساعة تتخذ البيانات على سكة العناوين النمط الثماني اي تتألف من ثمانية بتات تمثل مكان وجود اول تعليمة والقاضية بتأهيل الكمبيوتر واعداده للعمل. في الوقت نفسه يكون عنوان التعليمة الثانية، قد اصبح جاهزا في عداد البرنامج. ومع النبضة التالية تتولى الدارات تفكيك رموز العناوين وتحديد موقع العنوان. ومع النبضة الثالثة التالية يجري تنبيه الشريحة الملائمة في ذاكرة روم واعدادها لاستقبال التعليمات.

تبدأ عملية التأهيل فور تشغيل الكمبيوتر بإدارة مفتاح الطاقة وانتشار الكهرباء في الجهاز ومعه تبدأ سلسلة من الخطوات المبرمجة. واول ما يتحرك هو ساعة الكمبيوتر التي تقوم بإرسال اشارات ايقاعية منتظمة مهمتها الايدان بكل عملية من ملايين العمليات التي يقوم بها الكمبيوتر.

عند انطلاق اولى الاشارات النابضة للساعة يتم تفريغ جميع دارات الكمبيوتر وسجلاته العائدة الى وحدة المعالجة المركزية لجعله مستعدا لتقبل التعليمات الجديدة. وحالما يتم ذلك نلاحظ ان عداد البرنامج يعود الى الصفر.

عندها يصبح الجهاز جاهزا لتنفيذ عملية التأهيل. فعند انطلاق النبضة التالية للساعة يجري تحميل العداد عنوانا على شكل تسلسل من الفولطات الكهربائية المرتفعة والمنخفضة



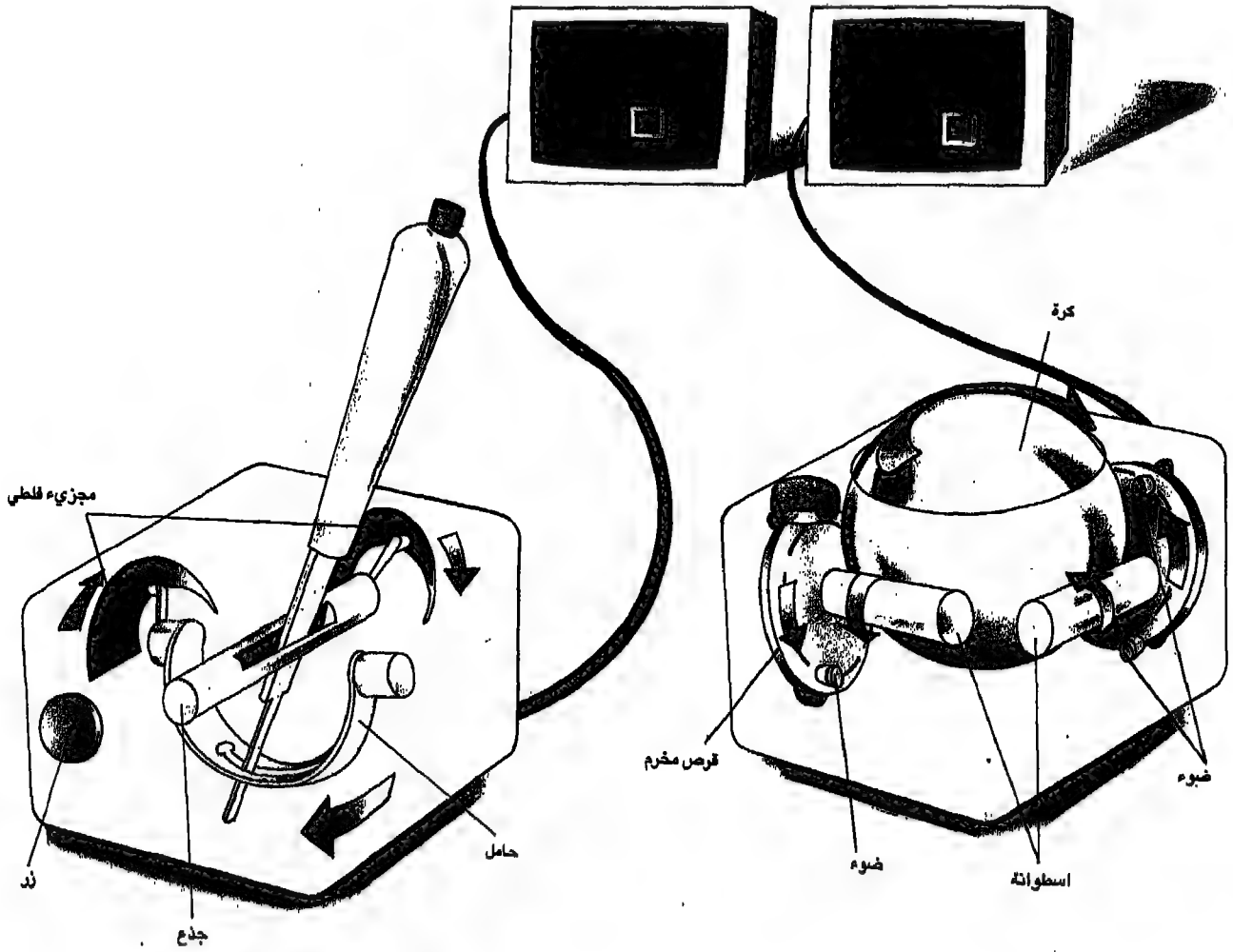
حينما تنبض الساعة نبضتها التالية  
تعد وحدة المعالجة المركزية الى ارسال  
اشارة ضوئية، تشير بـ «اقرأ الى شريحة  
روم». فتقوم هذه فوراً بنقل البيانات  
وتجهيزها على سكة البيانات. ومن  
الضروري ان يتم ذلك بحسب هذا  
التسلسل من اجل ضمان عدم ارسال اية  
بيانات عبر السلك الداخلي ما لم يتم تنبيه  
الجهة المعدة لتسلمها ولضمان ذلك يتم  
تحديد نبضة الساعة واشارة «اقرأ» عبر  
بوابة و. وما لم تكن كلتا الاشارتين  
صحيحتين، فان الاوامر تتوقف. (من اجل  
معرفة طريقة عمل الدوابات المنطقية  
يراجع الفصل الثالث عشر).

حينما، تستقر البيانات المختارة من  
العنوان المحدد المطلوب في ذاكرة روم على  
سكة البيانات فانها تعود مجدداً الى وحدة  
المعالجة المركزية. عندما تنبض الساعة  
نبضة تالية تلتقط منها وحدة المعالجة  
المركزية البيانات من السكة وترسلها الى  
موضع خاص فيها هو مركز السجلات. ولما  
كانت هذه الدفعة من البيانات التي  
تتسلمها وحدة المعالجة المركزية هي اول  
دفعة منذ ان بدأنا تشغيل الجهاز، فانها  
تفهم البيانات على انها تعليمات ينبغي فك  
رموزها لدى صدور نبضة جديدة من  
الساعة. ان هذا التسلسل: عداد  
البرنامج، سكة العنوانين، ذاكرة روم،  
سكة البيانات، فك رموز التعليمات سوف  
يتكرر مئات المرات الى ان يتم نقل جميع  
البيانات التي تشكل تعليمات التاهيل الى  
وحدة المعالجة المركزية حيث يجري  
تنفيذها واحدة تلو الاخرى. ومع انتهائها  
تكون عملية التاهيل قد تمت.



## صابط الالعب

حينما يتعلق الامر بالالعب والرسوم التصويرية الكمبيوترية فهناك ادوات اكثر تخصصا لتحريك الدالة المنزلقة. ابرز هذه الادوات المسلاة القياسية (Analog Joystick) وكرة الاقتفاء (Trackball).



تتضمن المسلاة القياسية على مجزئين فلطيين (Potentiometer) مثبتين بشكل متقاطع، أي أن جذع الاول يتقاطع بزاوية تسعين درجة مع حامل الثاني. تتمحور قاعدة المسلاة على كل من جذع المجزئ الاول وحامل المجزئ الثاني. يتولى احد المجزئين تسجيل التحركات العمودية، في حين يتولى الثاني تسجيل التحركات الأفقية. وحينما تتحرك المسلاة يتدرج الجذع الاعلى باتجاه في حين يتحرك الحامل في اتجاه آخر. ويتولى الكمبيوتر تسجيل عينات الفلطات المتنوعة التي يتلقاها من كل مجزئ فلطي ويحولها الى حركات للدالة المنزلقة على الشاشة.

تعمل كرة الاقتفاء على غرار الفارة الآلية ولكن عوضاً عن تحريك الاداة كلها فوق سطح اللبادة فاننا نحرك الكرة وحدها في حين تبقى الاداة ثابتة في مكانها. تقوم اقراص مخرمة في نهاية اسطوانتين باعترض شعاعين ضوئيين وعندها تنقل الى خلية كهروضوئية استشعار النبضات الضوئية ويثاها على شكل معلومات الى الكمبيوتر. وبدوره يترجم الكمبيوتر المعلومات الى حركات للدالة المنزلقة.



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |

يبدأ كل نشاط كمبيوترى بعمليتين هما التأهيل أي إعداد الكمبيوتر لتلقي التعليمات الجديدة فور تشغيله بعد أن يكون مطفأاً والتدقيق أي سلسلة عمليات التدقيق الذاتية التي يقوم بها الكمبيوتر للتثبت من أن كل شيء على ما يرام وأن الكمبيوتر أصبح جاهزاً للتعليمات. في فصلين سابقين عرضنا عملية التأهيل، وفي هذا الفصل نعرض كيف تتم عملية التدقيق.

## الفصل الحادي والعشرون عملية التدقيق

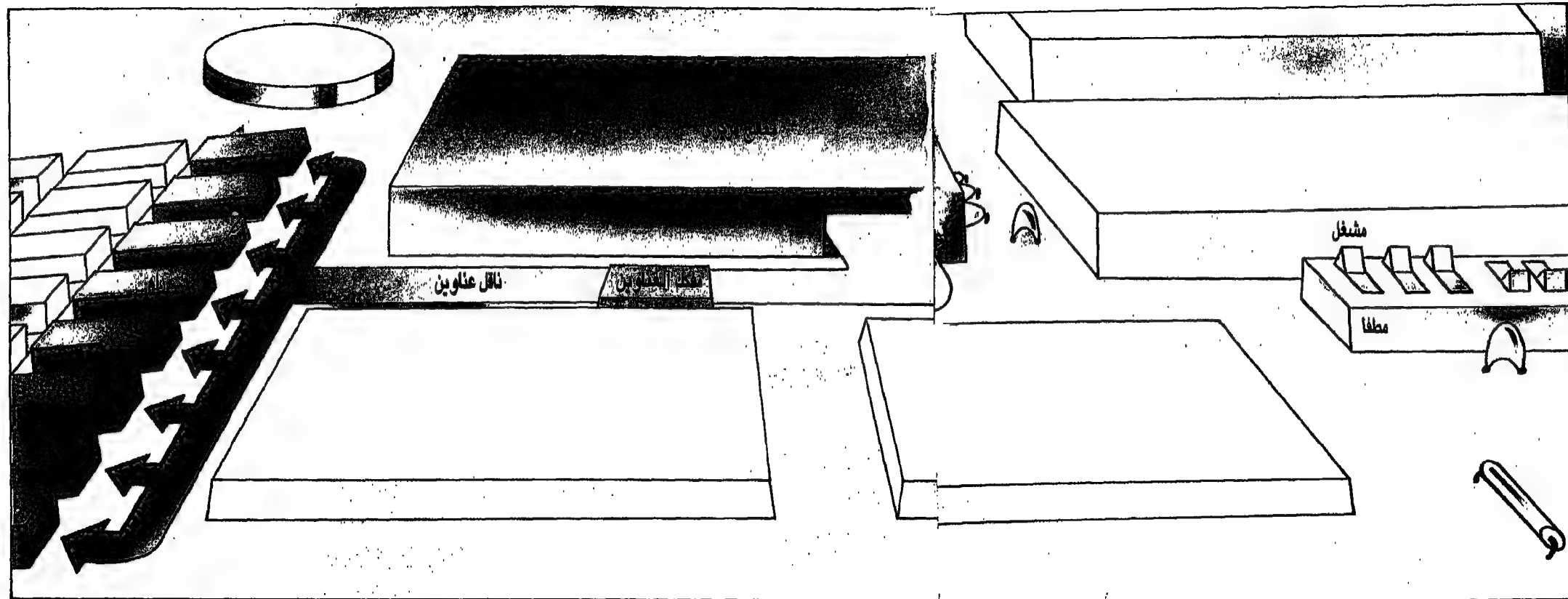
المعالجة المركزية. فتقوم وحدة المعالجة المركزية بمطابقة البايت «الوافد إليها مع البايت الذي كانت قد أوفدته هي». فإذا كان الاثنان متماثلين كانت نتيجة التدقيق ايجابية أي سليمة. أن تدقيق كل شريحة بصورة كاملة يتطلب من وحدة المعالجة المركزية إجراء هذا الاختبار ٥٣٦ ٦٥ مرة. لكن خلال ذلك تكون شرائح أخرى قد اختبرت بدورها. فإذا وجدت وحدة المعالجة المركزية أية أخطاء تقرر عندها أن بعض أجزاء رام معطوبة وينبغي عدم استعمالها.



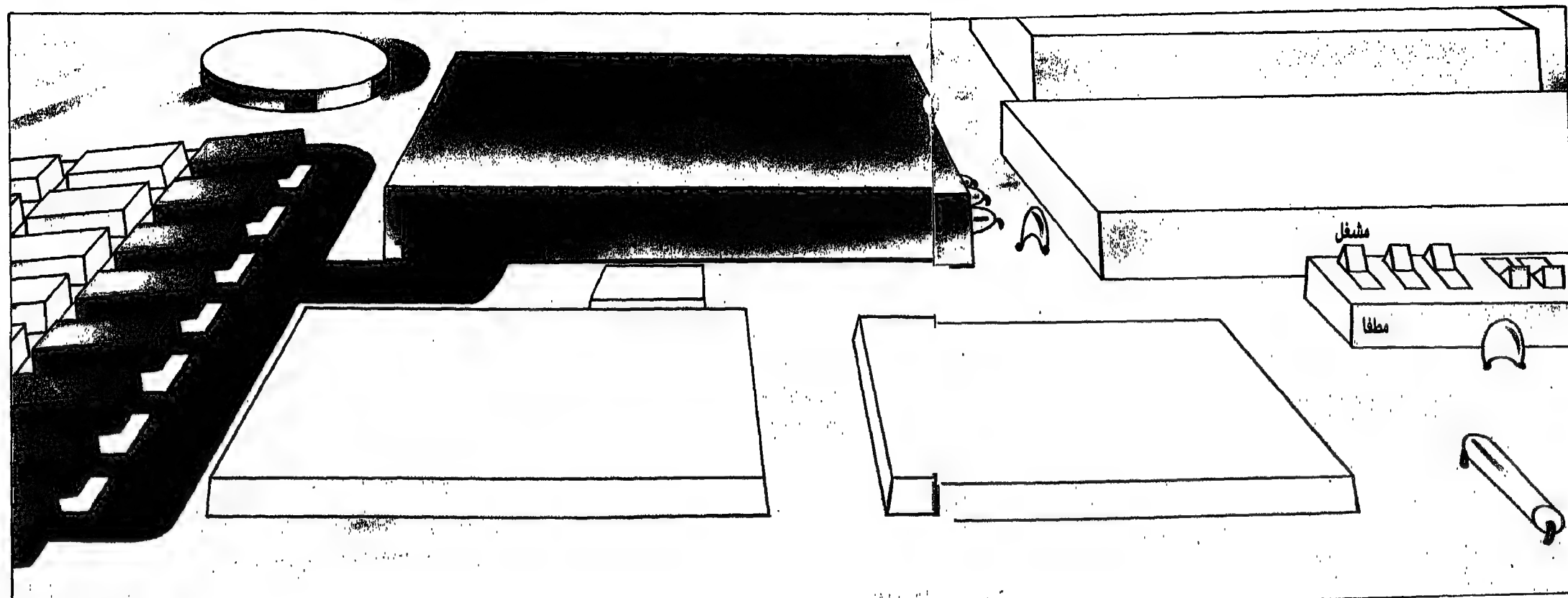
فور انتهاء عملية التأهيل التي تتم بسلسلة إجراءات بفاصل لا يتجاوز ٣٠ نانوثانية بين الواحد والآخر (النانوثانية هي جزء من بليون من الثانية) تبدأ عندها عملية التدقيق التي تتولاها شريحة رام وهي شريحة الذاكرة القابلة للقراءة والكتابة. والغرض من عملية التدقيق هذه هو التثبت من أن جميع شرائح الكمبيوتر تعمل بانتظام. وبدورها فإن هذه العملية تتألف من ملايين الإجراءات المنفصلة. أما الوقت الذي تستغرقه - وهو لا يتجاوز عادة بضع ثوان - فيتوقف على سعة ذاكرة الكمبيوتر.

تعتبر عملية التدقيق التي تقوم بها شريحة رام معقدة لسببين: الأول هو أن ذاكرة رام الاعتيادية سعتها ٦٤ ك. ب. من المعلومات أي ٦٥٥٣٦ بتا من المعلومات (كل ك. ب. يساوي ١٠٢٤ بتا). والثاني هو أن هذه الشرائح الدقيقة تخزن المعلومات الالكترونية بطريقة مختلفة كلياً عن الطريقة التي تخزن فيها شريحة روم (ذاكرة قراءة فقط) المعلومات. فإذا عدنا إلى رسوم الحلقتين السابقتين، نلاحظ أن وحدات المعلومات في ذاكرة روم والمؤلفة من ثمانية بتات والتي تقرأها وحدة المعالجة المركزية موجودة على شريحة واحدة. في حين أن البتات الثمانية المخزنة في ذاكرة رام والتي تشكل وحدة معلومات محفوظة في ثمانية شرائح مختلفة وبتسلسل ثابت. هذا الأسلوب لا يتيح لمصمم الكمبيوتر الاستفادة القصوى من المساحة المخصصة للخبزن فحسب وإنما تسليكا (Wiring) أفضل على عارضة (Board) الكمبيوتر.

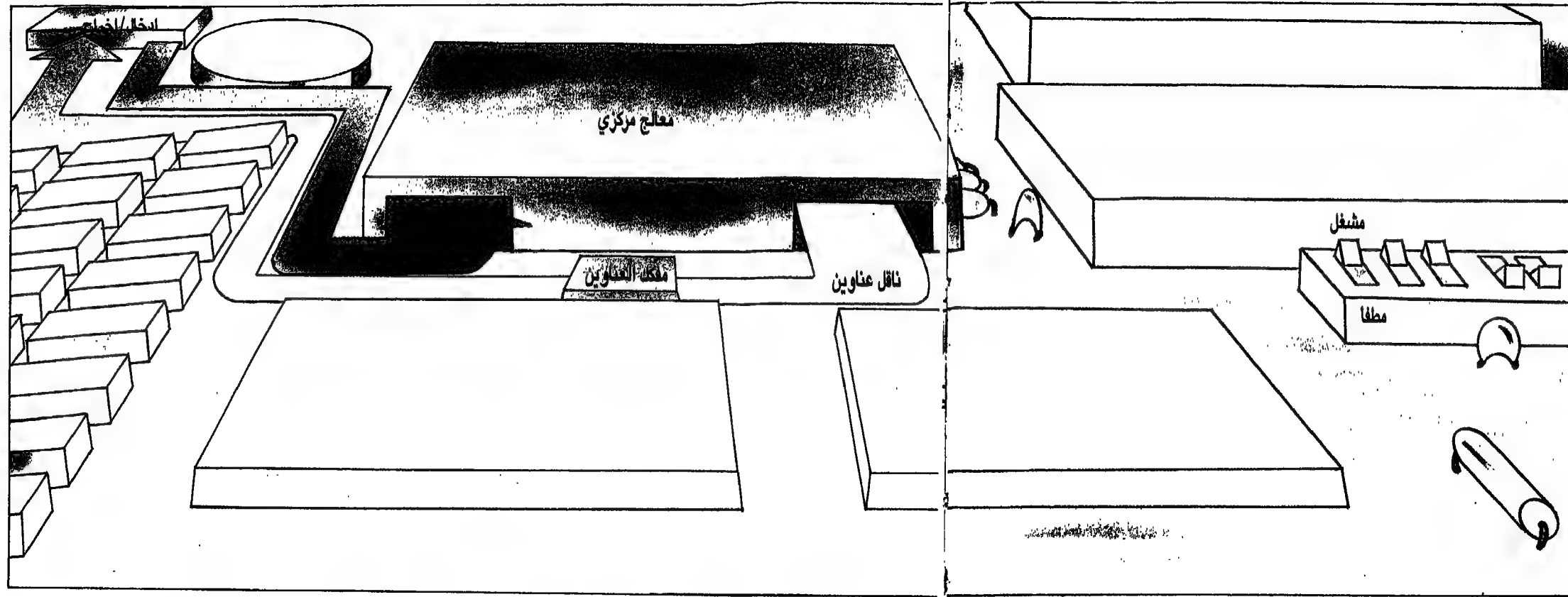
وكي يتم التأكد من أنه لا توجد أية شريحة معطوبة في ذاكرة رام تقوم وحدة المعالج المركزية على سبيل الاختبار بإرسال مجموعة من البيانات عبر سكة (باص) العنوانين (اللون الأصفر) إلى عنوان معين. فيقوم مفك رموز العنوانين بتنبيه كل شريحة من الشرائح الثمانية والتي سوف تحتفظ كل واحدة منها ببت واحد من البيانات، وحينما يتأكد من أن كل شيء على ما يرام يحفظ كل بت في شريحة. بعد ذلك تطلب وحدة المعالجة المركزية قراءة البيانات التي تم خزنها للتو. فيقوم مفك الرموز، من جديد، بتنبيه الشرائح الثمانية بإرسال كل بت تلو الآخر عبر سكة البيانات (اللون الأزرق) إلى وحدة



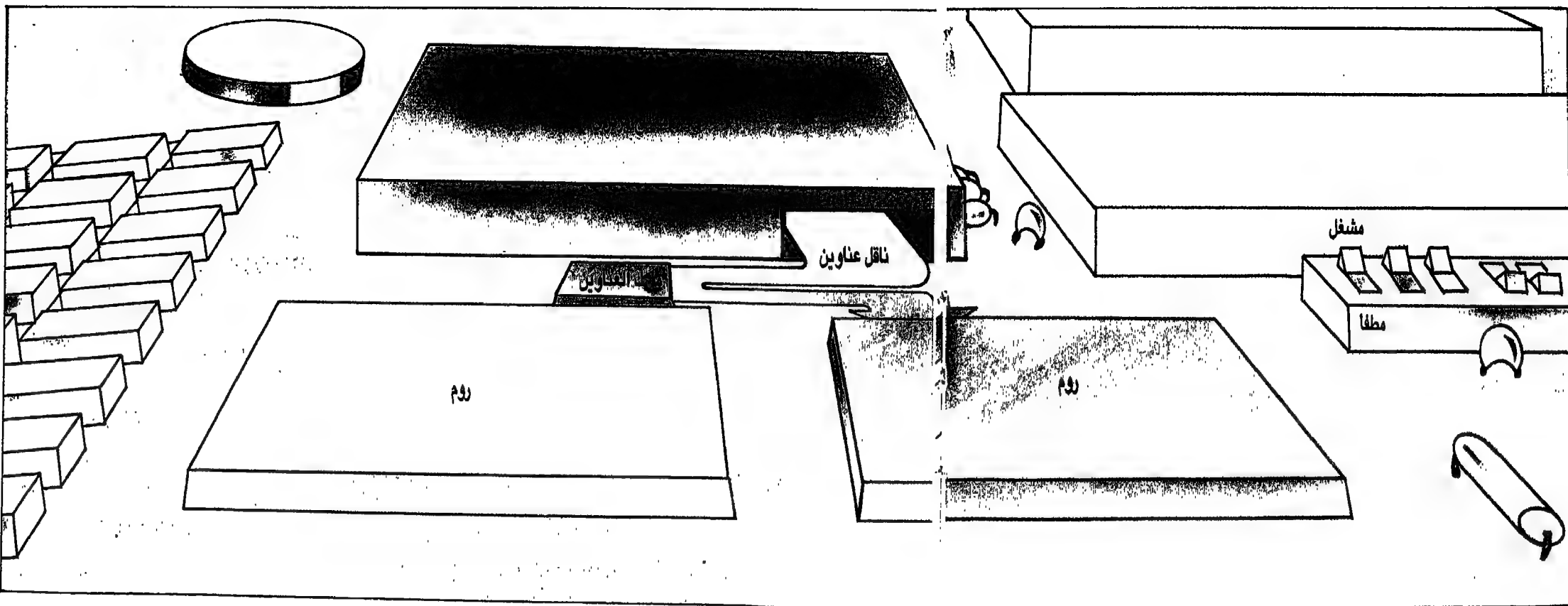
لاختبار ذاكرة روم (ذاكرة للقراءة والكتابة) تتولى وحدة المعالجة المركزية «كتابة» بمعنى إرسال، قطعة نموذجية من البيانات الى كل موقع في الذاكرة (الرسم اعلاه). ومن اجل كتابة بايت واحد (اي ثمانية بتات، وكل بت يمثل حرفا او اشارة) على ذاكرة رام يتولى مفك رموز العناوين البحث عن ثنائي شرائح منفصلة، كل واحدة منها تخزن بتا واحدا من البيانات ولكنها تشكل معا عنوانا واحدا. وحينما يتم تخزين الاختبار هذه في ذاكرة رام لجزء بسيط من الثانية تشير وحدة المعالجة المركزية برغيبتها في قراءة البيانات في واحدة من سجلاتها (الرسم الاسفل). وكل شريحة تحتفظ ببِت هو جزء من بايت كامل يشكل وحدة الاختبار ويطلق عبر سكة البيانات. فيتم نقل البايت بكامله ثانية الى وحدة المعالجة المركزية للمطابقة بين البيانات المرسله وتلك العائدة. هذه الدورة تتكرر الى ان يتم اختبار كل شرائح ذاكرة رام.



بعد ان يتم اختبار شرائح الذاكرة  
يتولى الكمبيوتر اجراء اختبار مشابه  
على بوابات الادخال والاخراج، ويتولى  
برنامج خاص ارسال تعليمات تلو  
الآخرى لاجراء الاختبار وعلى نفس  
المخوال المفصل انفا. فتقوم وحدة  
المعالجة المركزية بارسال سلسلة من  
الاشارات المتكررة الى البوابات عبر  
القسم الخلفى لعارضة الكمبيوتر. بعد  
ذلك يتم تدقيق بوابات المراقب والطابعة  
وغيرهما من الاجهزة الملحقة.



آخر ما يتلقاه برنامج تاهيل  
الكمبيوتر على صعيد التدقيق هو  
مجموعة تعليمات تبليغ وحدة المعالجة  
المركزية امر تدقيق شريحة روم خاصة  
لاستخراج التعليمات التالية. هذه  
الشريحة تتضمن لغة داخلية تكون  
عادة مكتوبة بلغة بايسيك (Basic) او  
برنامجا ضمنيا للمستخدم مثل معالج  
نصوص. خلال ثوان من ادارة الجهاز  
تنتقل عملية التدقيق والضبط في  
الكمبيوتر الى هذا البرنامج او الى هذه  
اللغة. فتظهر رسالة على المراقب مشيرة  
الى ان الجهاز اصبح جاهزا. هذه  
الرسالة تختلف بين جهاز واخر، وقد  
تكون رسالة ترحيب ودية. ولكنها في  
اغلب الاحيان عبارة: 'جاهز' (Ready).



|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |



بعد أن عرضنا في ٢١ فصلاً مكونات الكمبيوتر ولغته الإلكترونية ومنطقه الرياضي والدارات الثنائية التي تُسيّر والطريقة التي يتم بها تأهيله للعمل، نبدأ مع هذا الفصل استعراضنا للأجهزة الأساسية المُلحقة بالكمبيوتر وطريقة عملها.

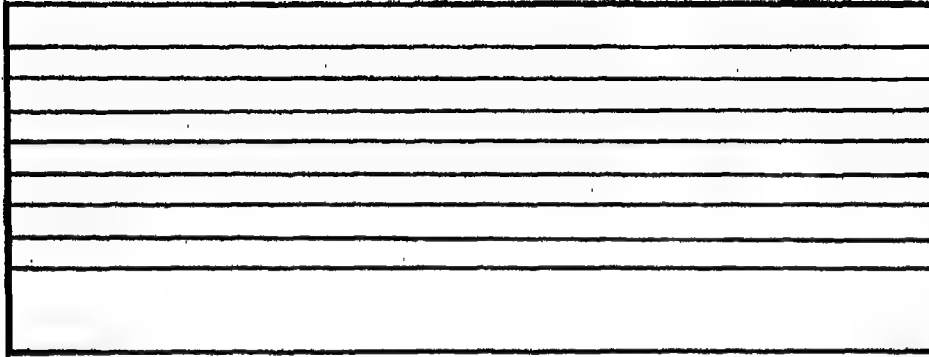
## لوحة المفاتيح

## الفصل الثاني والعشرون

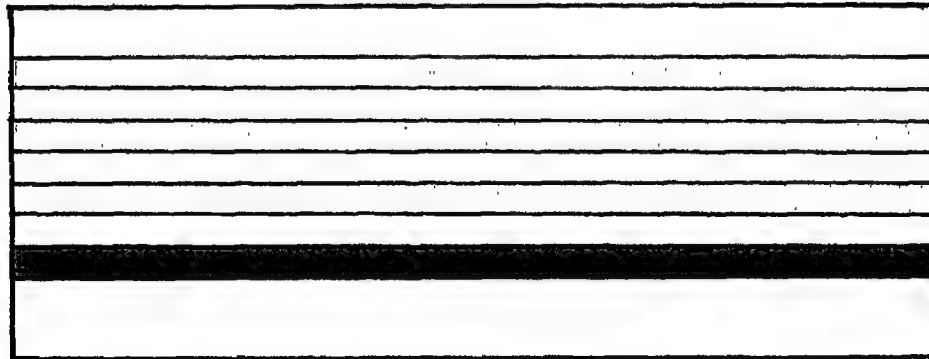
فمفاتيح الآلة الكاتبة هي أشبه بزنادات تطلق، عند الضغط عليها، حركة آلية تؤدي إلى طباعة الحرف أو الرمز على الورق. في حين أن لوحة المفاتيح الكمبيوترية تقوم بدور

تبدل لوحة المفاتيح مثل الواجهة الأمامية للآلة الكاتبة. فهي تحتوي، بدورها على مجموعة مفاتيح طبع على كل واحد منها حرف أو رقم أو رمز أو أمر. وكل ما عدا ذلك مختلف.





تحت كل لوحة مفاتيح تكمن شبكة من الأسلاك. وكل مفتاح يتمركز فوق تقاطع شبكي يؤدي لمس كل سلكين متعارضين فيه إلى إغلاق التماس الكهربائي. ونظرا إلى أن كل مفتاح يؤثر في وقت واحد على خط افقي وآخر عمودي من الشبكة فإن المعالج الصغري للوحة المفاتيح لا يتطلب سوى رصد الخطوط الأفقية لأنها أقل عددا من الإعمدة. ويتولى المعالج ذلك باستخدام التيار الكهربائي لمسح كل صف على التوالي وذلك عدة آلاف من المرات في الثانية الواحدة. وعملية المسح هذه تجري سواء كنا نستخدم لوحة المفاتيح أم لا.



قد يستمر المسح الوف المرات دون أية نتيجة إيجابية إلى أن تضغط نحن على أحد المفاتيح. وعندها يحتشف المعالج صفا افقيا حصل فيه إغلاق للدائرة الكهربائية. ومن أجل أن يحدد المعالج المفتاح الفعال، أي المفتاح الذي تم ضغطه على ذلك الصف يبدأ عندها وعندها فقط بمسح الإعمدة ليكشف عن الخط العمودي الذي تم التماس بينه وبين خط افقي.



ونظرا إلى أن مفتاحا واحدا فقط يمكن تظليله على اللوحة فوق نقطة معينة من تقاطع الصفوف والإعمدة فإن المفتاح المضغوط يتحدد بسرعة. فيسجل المعالج موقعه ويثبت المعلومات عند الموقع كرمز مفتاحي (Key code). وعندما يتابع المعالج مسح اللوحة بحثا عن ضربات مفاتيح أخرى فإنه يتجاهل المفتاح المضغوط إلى أن يحرره الطابع برفع أصبعه عن المفتاح. لمسح المجال لتحديد مواقع مفاتيح مضروبة أخرى طوال فترة استمرار الضغط على المفتاح الأول.

بلاستيكية. هذا النوع من اللوحات يستخدم عادة للتحكم بالكمبيوترات التي تقوم بعمليات محدودة الخرج. فقد نشاهد منها في المطاعم أو المصانع حيث تحمل اشارات محددة مثل «ابدأ» أو «توقف» أو رموزا تمثل انواعا محددة من الاصناف المعروضة للبيع. وفي الواقع ان المفاتيح الفشائية لا تصلح للاعمال التي تتطلب على مقادير كبيرة من البيانات.

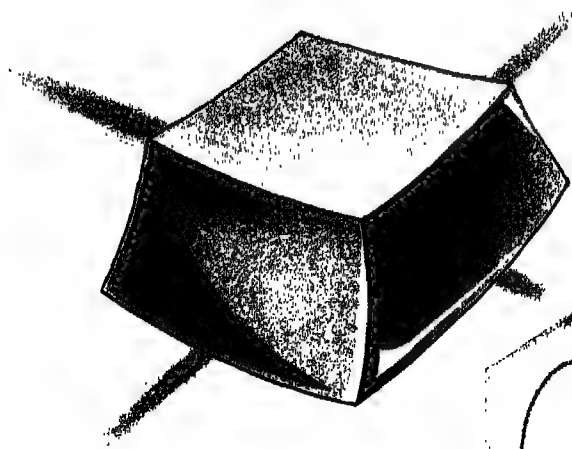
مختلف. فهي تطلق اشارات كهربائية تسجل مكان ضربات المفاتيح وتسلسلها. هذه الاشارات تؤدي معاني مختلفة كما وان النتيجة المباشرة لها غير ظاهرة بالنسبة للجالس وراء الجهاز.

رغم ان لوحات المفاتيح التي تستخدم مفاتيح شبيهة بمفاتيح الآلات الكاتبة هي الاكثر شيوعا فان هناك انواعا من لوحات المفاتيح مجهزة بلوحات غشائية (Membrane Panels) - هي عبارة عن بدالات لمسية - الاحساس تبطن سطحا

أن الإشارة التي يولدها المعالج الصغري للوحة المفاتيح لا تعني سوى التفسير الواحد المعطى للرمز في الجدول الذي يحتويه الكمبيوتر. وقبل أن يتمكن الكمبيوتر من معالجة رمز ما عليه أن يفسر الرمز ويحوّله إلى معلومات ذات معنى. ولهذا يصار إلى تزويد كل كمبيوتر بكشاف الكتروني جديلي.  
Look - up table

يربط كل رمز بقيمة رقمية ثنائية ويلجأ إليه الكمبيوتر ليحدد قيمة الحرف الأبجدي أو الرقم أو الرمز المضروب. ويتواجد الكشاف الجدولي في ذاكرة الكمبيوتر الثابتة أو في لوحة المفاتيح نفسها. وعادة فإنه يحدد معاني المفاتيح على ضوء استعمالاتها الشائعة المتداولة. على أن بعض البرامج تتطلب جداول مختلفة تعطي المفاتيح معاني أخرى تتلائم

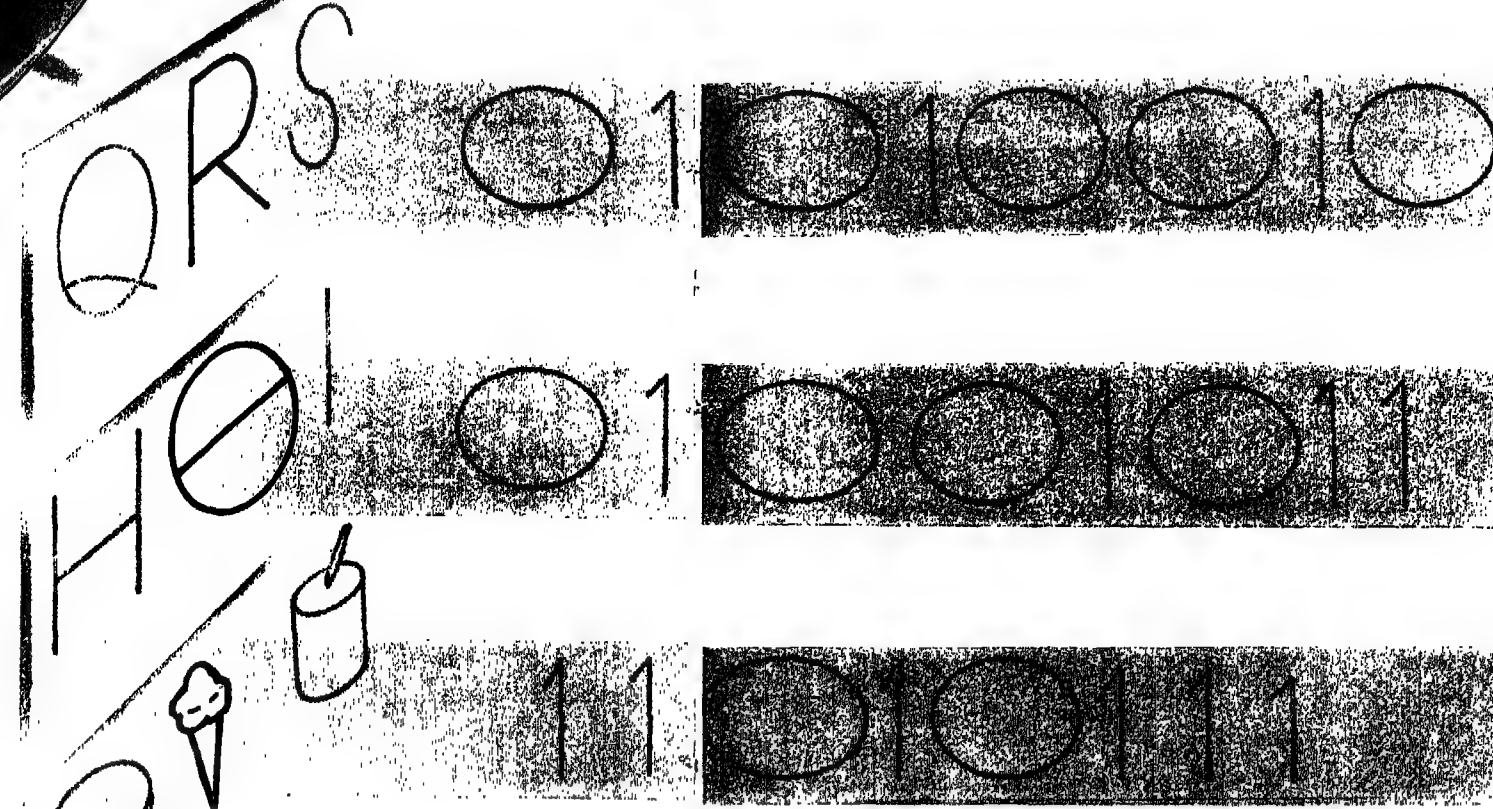
والاستعمالات الخاصة أو الإضافية المرسومة للكمبيوتر. وهكذا فإن الكمبيوتر الذي يعالج مفاتيح تشتمل على حروف رومانية وأرقام عربية يستطيع أن يعطي نفس المفاتيح معاني أخرى تنطبق على اصناف شرائية أو رموز رياضية. وغالباً ما تعتمد في الكمبيوترات جداول رموز خاصة لترجمة الحروف والأرقام إلى لغة ثنائية. هذه الجداول معروفة بقائمة اسكي المعاييرة والتي تستخدم ١٢٨ رقماً ثنائياً لتحويل الأحرف العليا والسفلى والأرقام والرموز الطباعية وعدد من الكودات الامرية التي تأمر الكمبيوتر للقيام بمهام معينة كترك فراغ بين كلمة وأخرى أو العودة إلى الوراء أو زن جرس، إلى اللغة الرقمية الثنائية التي يفهمها الكمبيوتر.



الر تلي رمز مفتاحي بعيد عن مكان المفتاح المضغوط يلجأ الكمبيوتر إلى كشف جدولي - Look up table ليحدد المعنى الذي يجب أن يعطيه لذلك المفتاح. هذا الجدول هو قائمة رموز اسكي. وفي مقلنا المرافق فالرمز يعني حرف (R) اللاتيني والذي يمثله الرقم الثنائي 01010010

وعلى افتراض أننا نستخدم لغة غير اللاتينية لكن اليونانية مثلا، فإن الكمبيوتر يعتمد على جدول آخر ليحدد بواسطته معنى الرمز المفتاحي وسوف يجد أن الحرف هو «تيئا» والذي يمثله الرقم الثنائي 01001011

وقد يكون المفتاح رمزا لا يمثل حرفاً أبجدياً، كان يكون إشارة لقرن البوطة (اليس كريم). وبواسطة جدول خاص يفهم الكمبيوتر أن الرمز المفتاحي الذي تلقاه يعني أن ما حصل بيعة هو البوطة. ويستطيع الكمبيوتر الذي يعمل بنظام رقمي ثنائي أن يقرأ ٢٥٦ رمزا وبالتالي صنفًا مختلفًا.





|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطرقيات |



بدأنا في الفصل السابق شرح طريقة عمل بعض الأجهزة الطرفية الأساسية في عمل الكمبيوتر انطلاقاً من لوحة المفاتيح ، وفي هذا الفصل نتناول المراقب أو شاشة العرض وطريقة تكوين الصورة على الشاشة وأنواع المراقب وآلية عملها .

## الفصل الثالث والخمسون المراقب شاشة العرض

بالترقيم الثنائي المستعمل في الكمبيوتر. لكن معظم الكمبيوترات تتناول كل من النص والرسوم التصويرية بأسلوب مختلف. فالنص تتولاه شريحة خاصة يطلق عليها «مولد الحروف»

يتولى الكمبيوتر عرض النتائج والتي تسمى بـ «الخارج» على المراقب (الشاشة) أو الطابعة على هيئة أشكال. وهذا بغض النظر عما إذا كان الخارج أحرفاً أو أمراً ما أو صوراً. ويتم رسم الأشكال بواسطة نقاط من الضوء أو الحبر مرمزة

|             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 1 1 1 0 0 | 0 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 | 0 1 1 1 1 0 | 1 1 1 1 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 1 1 1 1 0 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 1 0 1 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 0 0 0 0 1 0 | 0 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 0 1 1 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 1 1 1 1 0 | 1 1 1 1 1 0 | 0 0 0 0 1 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 0 1 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 0 0 1 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 | 0 1 0 0 0 0 | 0 1 0 0 0 0 | 0 1 0 0 0 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 1 1 1 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 1 1 1 1 0 | 1 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 | 1 1 1 1 0 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 1 1 1 1 0 0 | 0 1 1 1 1 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 |
| 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 1 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 |
| 1 1 1 1 0 0 | 0 1 1 1 1 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 | 1 0 0 0 0 0 |
| 1 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 1 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |
| 1 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 1 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 |

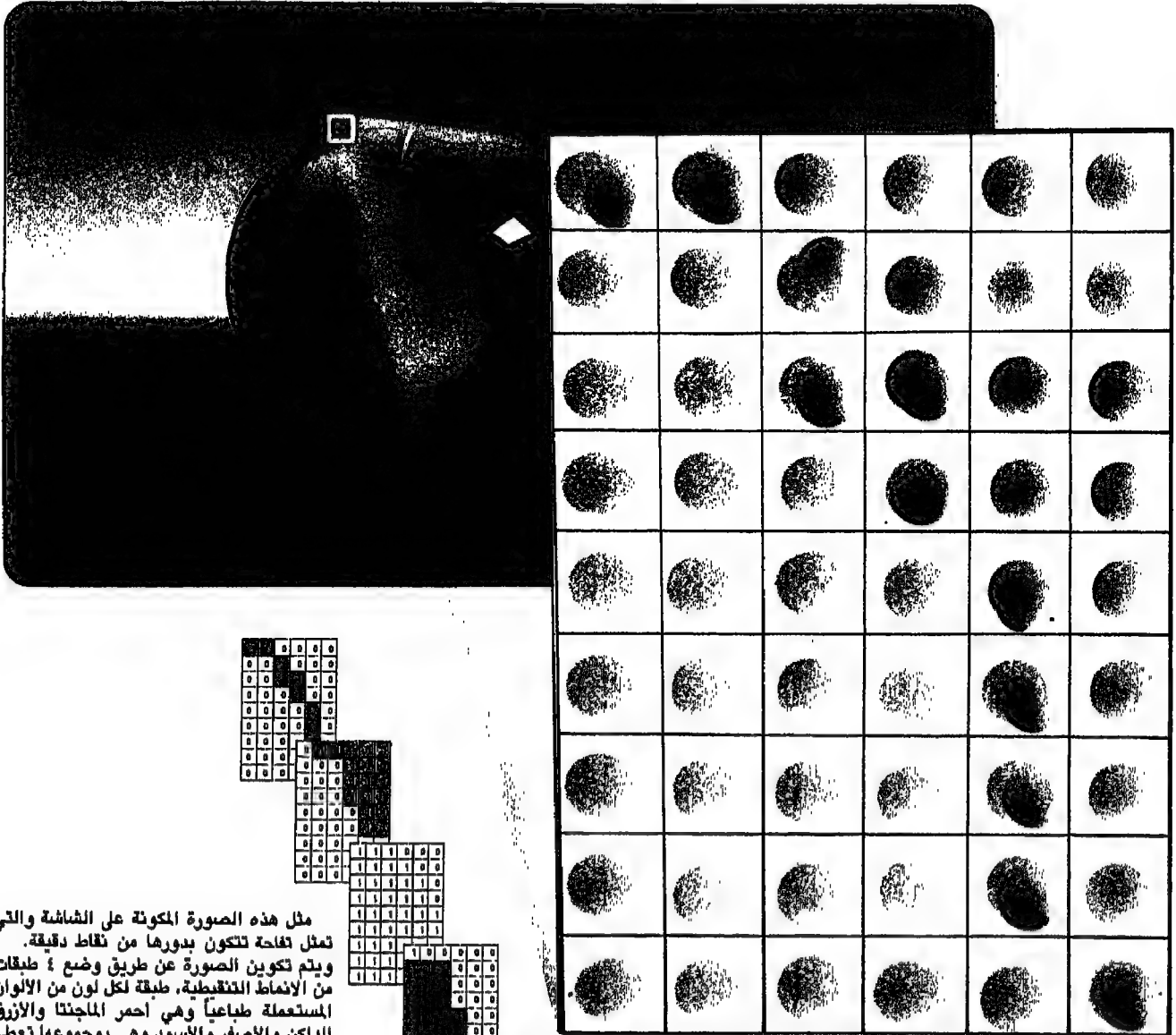
في مثلنا المرفق يتولى «مولد الحروف» توليد مجمع من الأرقام الثنائية ليستخدمه عند تكوين نمط تنقيطي على شكل حرف (R) اللاتيني. فالرقم الثنائي 1 يشير إلى وجود نقطة حبر أو ضوء في حين أن الصفر يعني غياب النقطة. وتتكون المجموعات المستعملة لتشكيل الأبجدية اللاتينية من 9 صفوف أفقية وستة عمودية (يبقى العمود السادس فارغاً ليشكل الفراغ اللازم بين الأحرف). أما الأحرف التي تشكل أبجدية أخرى كالعربية أو اليابانية فإنها تحتاج إلى مجموعات رقمية كبيرة تتألف من 24×24.



ذاكرة مولد الحروف التعليمات الخاصة بكل شكل ويستدعيها واحدة تلو الأخرى لترجمتها وعرضها على الشاشة أو الطابعة.

بالنسبة للصور تستعمل قوالب مشابهة تتبع تكوين رسوم صغيرة كالأشكال المتحركة في ألعاب الفيديو (من صواريخ وطائرات إلى كائنات فضائية الخ...) ولكن معظم الرسوم التصويرية تعالج كما لو أن كل رسمة هي فريدة من نوعها وجديدة. كما وأن الكمبيوتر يعالج الرسم ككل وليس على صورة أجزاء حتى وإن كان تنفيذ الرسم يبدأ نقطة تلو الأخرى.

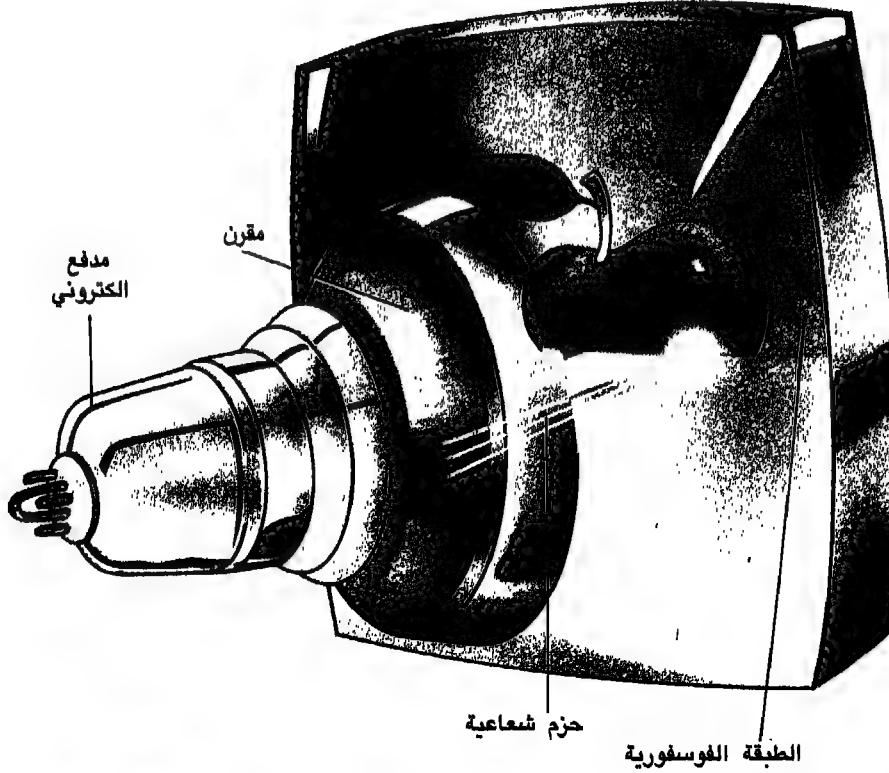
(Character Generator) والتي تتسلم رموز الأحرف المعدة للخروج وتترجمها؛ حرفاً تلو الآخر، إلى مجموعات (Blocks) متساوية الحجم مؤلفة من احاد واصفار - وكل صفر أو واحد يتحكم بنقطة واحدة من النقط التي يتألف منها الشكل المعروض على الشاشة، والتي يطلق عليها اسم نقاط مضيئة (Pixels). جميع الاحاد والاصفار التابعة للمجمع الواحد، تشكل، مجتمعة، خريطة للحرف ومتواجدة في ذاكرة مولد الحروف. وهذا الترتيب من شأنه أن يخفف العبء عن وحدة المعالجة المركزية والذاكرة المركزية معاً. ولما كان شكل كل حرف يرمز به ٥ رقم أصبغياً ثنائياً (Binary Digit) فإن الكمبيوتر يحقق مقداراً كبيراً من الكفاءة حينما يحفظ في



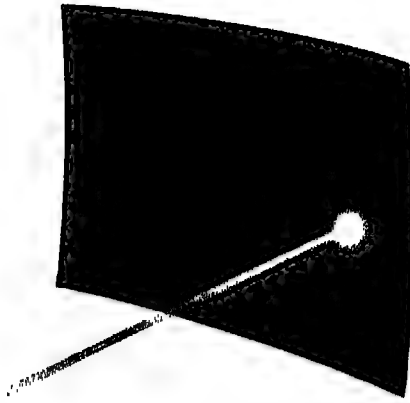
مثل هذه الصورة المكونة على الشاشة والتي تمثل لفحة تتكون بدورها من نقاط دقيقة. ويتم تكوين الصورة عن طريق وضع ٤ طبقات من الأنماط النقطية، طبقة لكل لون من الألوان المستعملة طباعياً وهي أحمر الماجنتا والأزرق الداكن والأصفر والأسود وهي بمجموعها تعطي الرسم شكله المطبوع. فإذا كنا نشاهد الصورة الملونة على الشاشة الفيديوية فإن كثافة كل لون على الشاشة يمكن تعديلها بما يتلائم مع أذواقنا.

الذي لحقها هو في مجال التحديد (Resolution) وهو العامل المسؤول عن تمكين الشاشة من اعطاء مزيد من التفاصيل في الصورة المعروضة. وهناك أنابيب إشعاعية كاثودية قادرة على اظهار صور مكونة مما لا يقل عن تسعة ملايين نقطة مضيئة

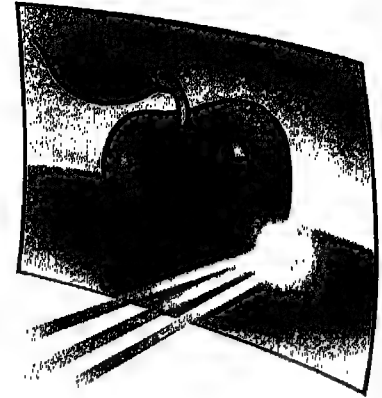
في معظم الكمبيوترات تتألف شاشة المرقاب من أنبوب اشعاع كاثودي المماثل للشاشة التلفزيونية. وبمرور الوقت أصبحت الأنابيب الإشعاعية الكاثودية أكثر نقاوة وصفاء وبالتالي قدرة في مجال التلوين والتكثيف. والتطور الأكبر



في أنبوب اشعاع كاثودي يتولى مدفع الكتروني مستقر في العنق الضيق للأنبوب قذف حزمة شعاعية (Beam) من الإلكترونات باتجاه الشاشة المطلية من واجهتها الداخلية بالفوسفور الذي من شأنه أن يتوهج لفترات قصيرة كلما أصيب بالمقذوفات الإلكترونية. وفي طريقها نحو الشاشة، تمر الحزمة الشعاعية عبر مقرن (Yoke) كهرومغناطيسي يوجهها استناداً إلى التغيير في الحقلين المغناطيسيين العامودي والأفقي للمقرن. ويتولى الكمبيوتر التحكم بهذه التغييرات وبالتالي بالأنماط التي يشكلها الإشعاع على الطبقة الفوسفورية. وفي أنبوب كاثودي ملون تولد ثلاث حزم شعاعية منفصلة كل منها مسؤولة عن لون مختلف في النقاط المضيئة.



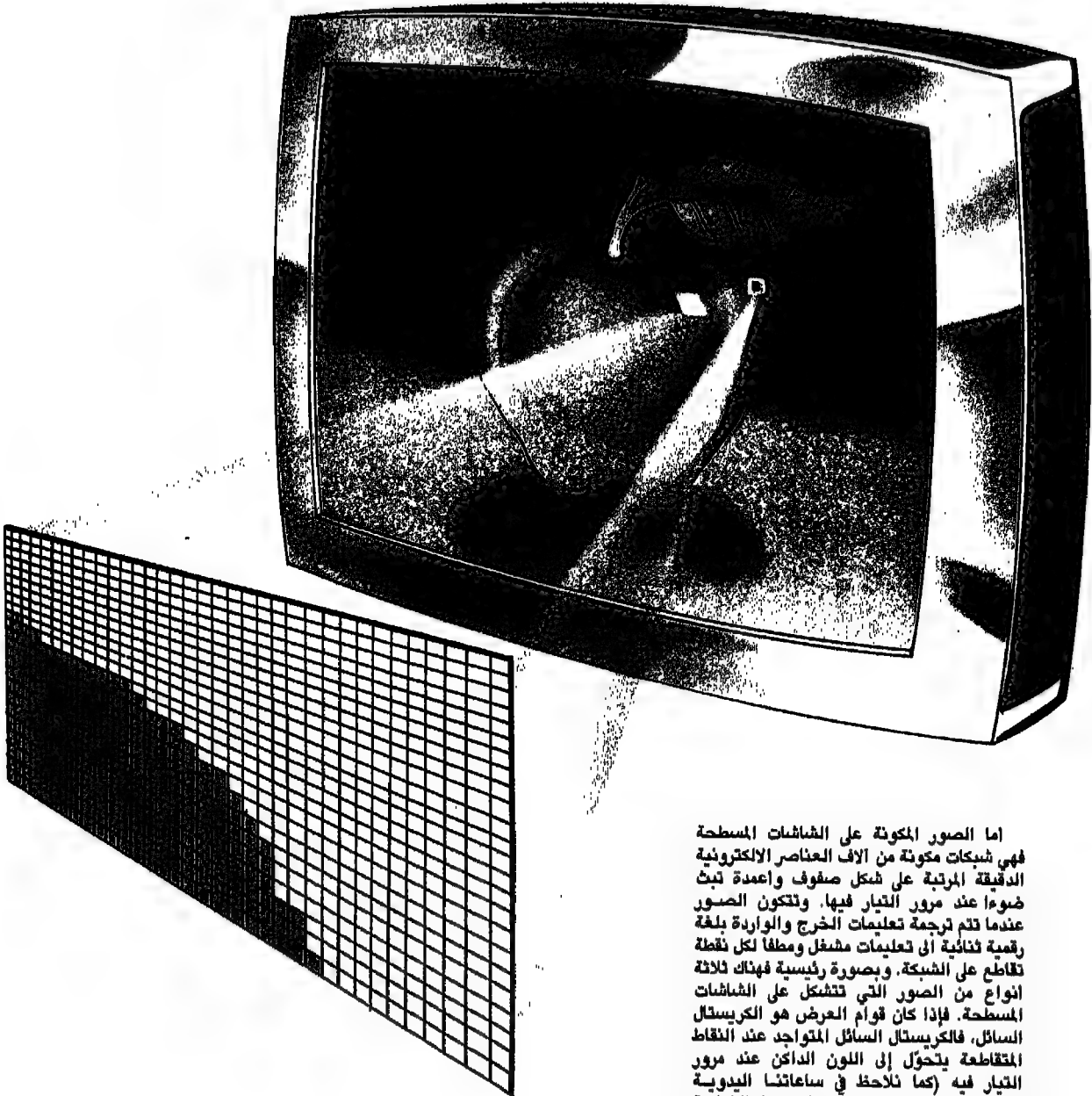
أما الأنبوب الإشعاعي الكاثودي الموجه (Vector CRT) فإنه يخطط حدود الصورة بحزمة شعاعية مستمرة لا بحزمة ذات نبضة متقطعة على أساس مبدأ مشغل ومطلقا المستخدم في الأنبوب ذي المسح المتوازي. فالحزمة الشعاعية المسيرة بواسطة المقرن توجه بصورة مباشرة من إحدى نقاط الصورة إلى الثانية بصورة خط قطري مائل (Diagonal) وكذلك عامودي وأفقي في آن. أما الشكل الذي يتكون فهو سلبي الشكل وهو يصلح بصورة خاصة في بعض التطبيقات كالهندسة. لكن هذا الأسلوب يتصف بالبطء إلى حد ما كما لا يوفر صوراً مجسمة.



هناك نوع من الأنابيب الكاثودية ذات المسح المتوازي. (Raster-Scan CRT). هذا النوع يكون الرسوم على الشاشة عن طريق قذف الحزم الشعاعية الإلكترونية بنمط أفقي متجهاً من اليسار إلى اليمين ومن أعلى إلى أسفل. فإذا كان المرقاب أحادي اللون فإن حزمة شعاعية الكترونية واحدة تنتقل بسرعة بين حالتها مشغل ومطلق بحيث يضاء جزء فقط من النقاط المضيئة وتترك الباقية معتمة لتشكل الخلفية اللازمة للتباين (Contrast). أما في المرقاب الملون فإن الحزم الشعاعية الثلاث التي تهيئ الفوسفور الأحمر والأخضر والأزرق في النقاط المضيئة فتتقلب بدورها بين حالتها مشغل ومطلق. وإن الكثافات المتنوعة للألوان الأساسية الثلاثية قادرة على خلق ما لا يقل عن ١٦ مليون تدرجاً لونياً.

المسطح. هذه الشاشات ليست أصغر حجماً فحسب بل أقل قابلية للعطب من سواها وتصميمها قائم على مبدأ الاحكام وليس على التجميع المرفه للمكونات الدقيقة داخل انبوب زجاجي مفرغ.

لكل شاشة مقابل ٦٤,٠٠ في المراقيب الكمبيوترية الشبيهة بشاشات التلفزيون المنزلي العادي. ولما كان الاتجاه السائد هو نحو الأجهزة القابلة للنقل والحمل فإن ذلك دفع بمزيد من التجارب على صعيد الشاشات الصغيرة ذات العرض



أما الصور المكونة على الشاشات المسطحة فهي شبكات مكونة من آلاف العناصر الإلكترونية الدقيقة المرتبة على شكل صفوف وأعمدة تثبت ضوءاً عند مرور التيار فيها. وتتكون الصور عندما تتم ترجمة تعليمات الخرج والواردة بلغة رقمية ثنائية إلى تعليمات مشغل ومطلق لكل نقطة تقاطع على الشبكة. وبصورة رئيسية فهناك ثلاثة أنواع من الصور التي تتشكل على الشاشات المسطحة. فإذا كان قوام العرض هو الكريستال السائل، فالكريستال السائل المتواجد عند النقاط المتقاطعة يتحول إلى اللون الداكن عند مرور التيار فيه (كما نلاحظ في ساعاتنا اليدوية الرقمية). أما إذا كان من البلازما الغازية (Gaz-Plasma) أو العرض المشع كهربائياً (Electroluminescent) فإن النقاط المتقاطعة تتوهج لتشكل الصورة المطلوبة.

|        |           |          |         |          |
|--------|-----------|----------|---------|----------|
| ما هو؟ | كيف يعمل؟ | البيانات | المعالج | البرامج  |
| اللغة  | المنطق    | الدارات  | التأهيل | الطريفات |



بدأنا في الفصل ما قبل الأخير عَرَضَ طريقة عمل الأجهزة الطَّرفِيَّةَ بدءًا بلوحة المفاتيح إلى المراقب، وفي هذا الفصل نَسْتَعْرِضُ آلة الطباعة مُحتَمِينَ بذلك استعراض الأجهزة الطَّرفِيَّةَ الأساسية لعمل الكمبيوتر.

## الطابعة

### الفصل الرابع والعشرون

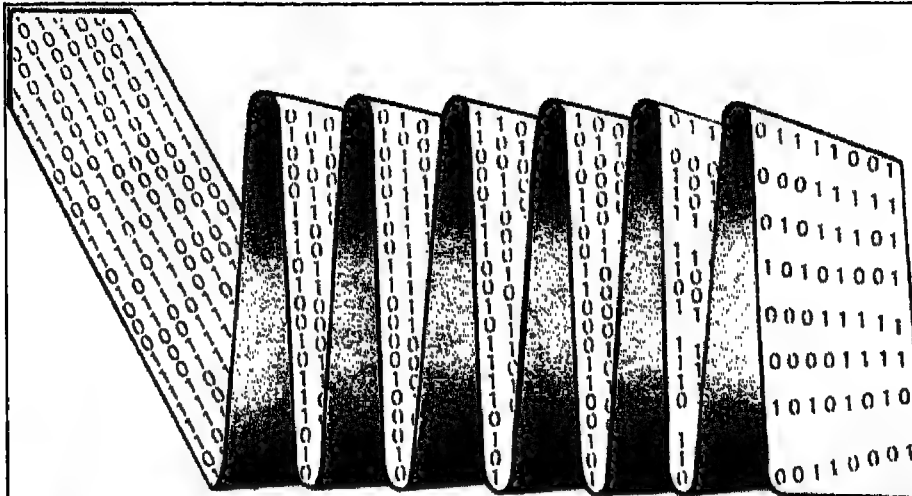
وهناك طابعات وقعية تطبع الاحرف كاملة اي غير منقطة. وهي بدورها على انواع منها ما يطبع النص حرفا حرفا ومنها ما يطبع السطر بكامله ولذلك تتراوح سرعتها بين ١٠ احرف في الثانية و آلاف الاسطر في الدقيقة.

بعض الطابعات غير الوقعية تعتمد بدورها اسلوب الطبع التنقيطي واحيانا اخرى اسلوبا شبيها باسلوب آلة النسخ (Photocopy). هذا النوع الاخير يجمع بين المرونة التي تتمتع بها الطابعات التنقيطية والنوعية الرفيعة التي تمتاز بها الطابعات التي تطبع الحرف بكامله دفعة واحدة.

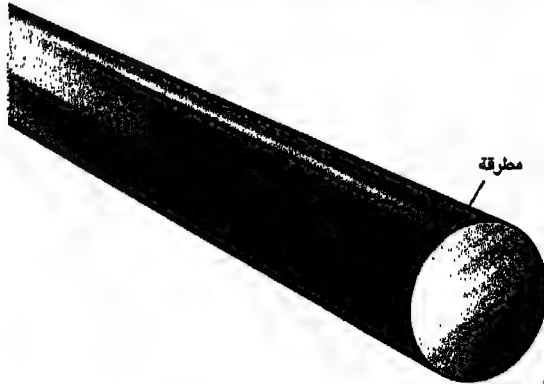
تقع الطابعات، وهي اجهزة اخراج مهمتها صنع نسخة ورقية دائمة عن العمل الذي يقوم به الكمبيوتر، على نوعين رئيسيين. الاول الطابعات الوقعية (Impact) التي تعمل عن طريق ضغط او احداث وقع فوق شريط محبر يمر امام صفيحة ورقية والطابعات غير الوقعية (NonImpact). اما الفارق بينهما فهو في النوعية والسرعة والكلفة. تقوم الطابعات الوقعية برسم الاحرف اما كاملة او منقطة عندها يطلق عليها اسم طابعات تنقيطية (Dot-matrix) وهي اقتصادية يمكن برمجتها لخلق عدد مختلف ومتنوع من الاحرف والرسوم التصويرية. وهي تقوم بالطباعة حرفا تلو الآخر وتتراوح سرعتها بين ١٠٠ حرف في الثانية و ٦٠٠ سطر في الدقيقة.



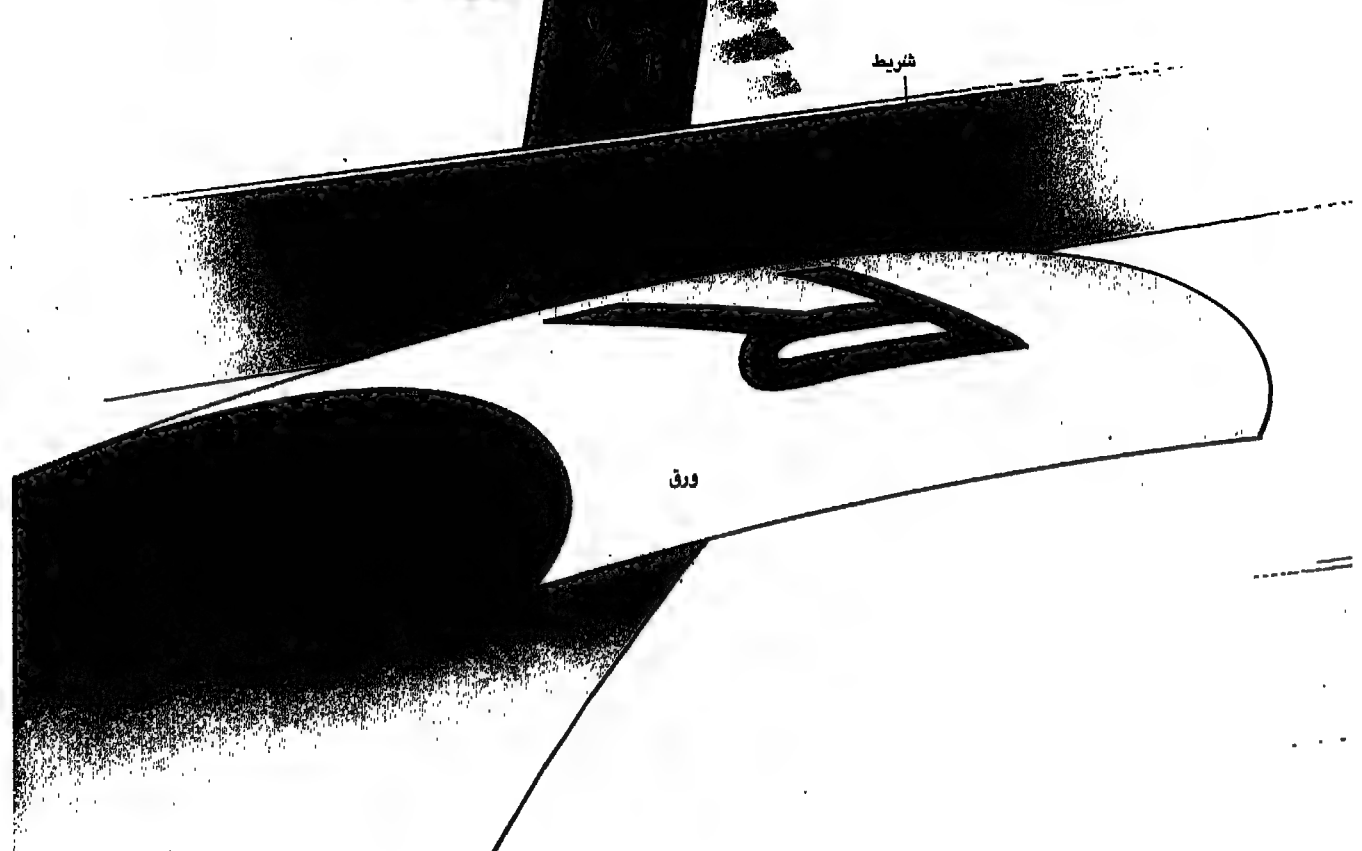
يتألف الراس الطباعي لطابعة تنقيطية من عدد من الدبابيس المرتبة على شكل عامودي، كل دبوس يقوم مقام مطرقة مستقلة تاركاً عند ارتطامه بالشريط المحبر نقطة على الصفحة الورقية. وحينما يتحرك الراس الطباعي أفقياً عبر الصفحة يتم إطلاق الدبابيس مئات المرات وبمئات الأتلافات المختلفة لخلق اشواط تنقيطية تمثل احرفاً مستقلة. في مثلنا المرفق فان راساً طباعياً مؤلفاً من تسعة دبابيس انهى للتو رسم الاعمدة المنقطعة الخمسة التي تشكل حرف (R) الكبير.



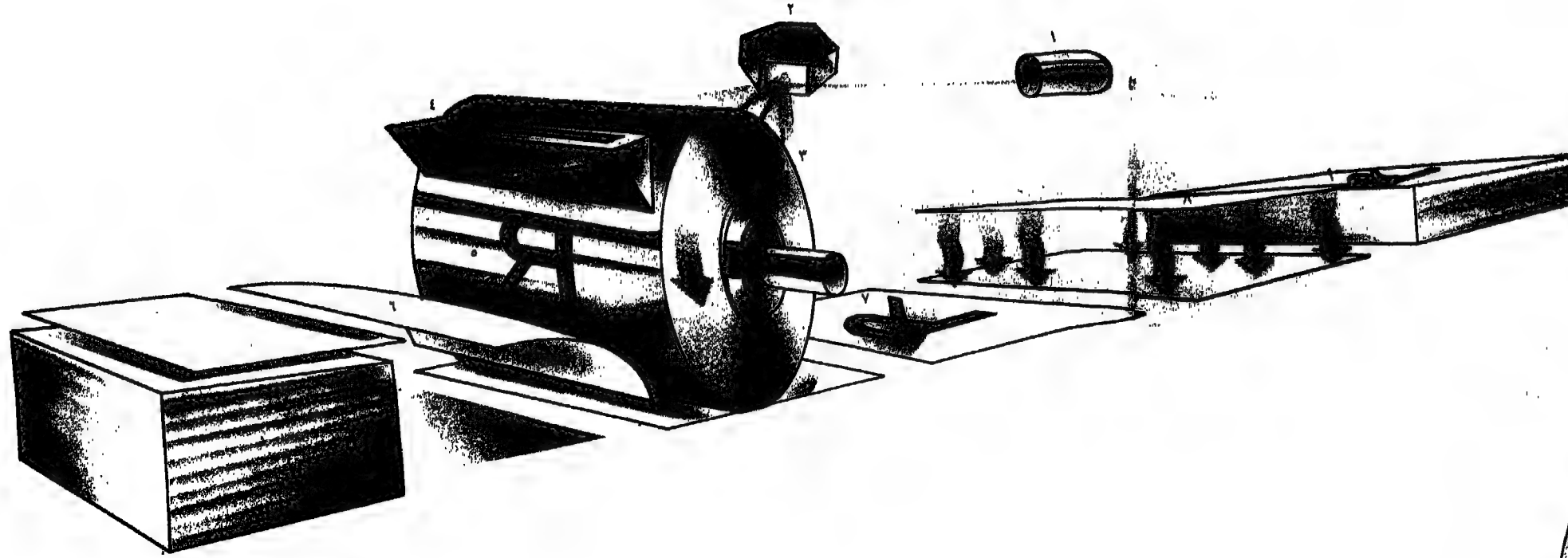
لضمان السرعة تعتمد تقنية خاصة  
قوامها تخصيص ذاكرة مؤقتة يطلق عليها  
الذاكرة العازلة (Buffer) ومهمتها سد فجوة  
السرعة بين الكمبيوتر وأجهزة الدخل  
والخروج. فالطابعات محكومة بمكوناتها  
الميكانيكية ولا تستطيع أن تماشي السرعة  
الإلكترونية التي تمتاز بها الكمبيوترات.  
تتلقى الذاكرة العازلة الموجة بالخرج  
البيانات من الكمبيوتر بالسرعة التي تعالج  
بها هذه البيانات، فتخزنها وتلقمها إلى  
الطابعة بمعدل أدنى من السرعة الذي  
ينسجم مع سرعة الطابعة. هذا الترتيب  
يسمح للكمبيوتر بمتابعة عمله بسرعه  
المعهوده دون فقدان أي من المواد المعدة  
للخارج والتي تتدفق بسرعات كبرى.



تتألف العناصر الأساسية للطابعات الوقعية  
من مطرقة وقرصة احرف (Slug) وشريط محبّر  
وورق. تقوم المطرقة بدفع هذه العناصر بعضها  
إلى بعض لطبع الحرف على الصفحة. في الأنواع  
التي تطبع كل حرف على حدة فالقرصات الحرفية  
تُركب على محيط أداة دائرية يطلق عليها اسم  
دولاب (Daisy Wheel) وحينما تقوم المطرقة  
بالضغط على القرصة المعينة التي تتحرك وتنقل  
إلى موقعها المناسب نتيجة الدوران السريع  
للدولاب يحصل الوقع. أما بالنسبة لبعض  
الطابعات السطرية فإن قرصات السطر ترتب على  
قطعة معدنية مرنة ويحصل الوقع، وبالتالي،  
الطبع بضغط الورق على كل حرف.

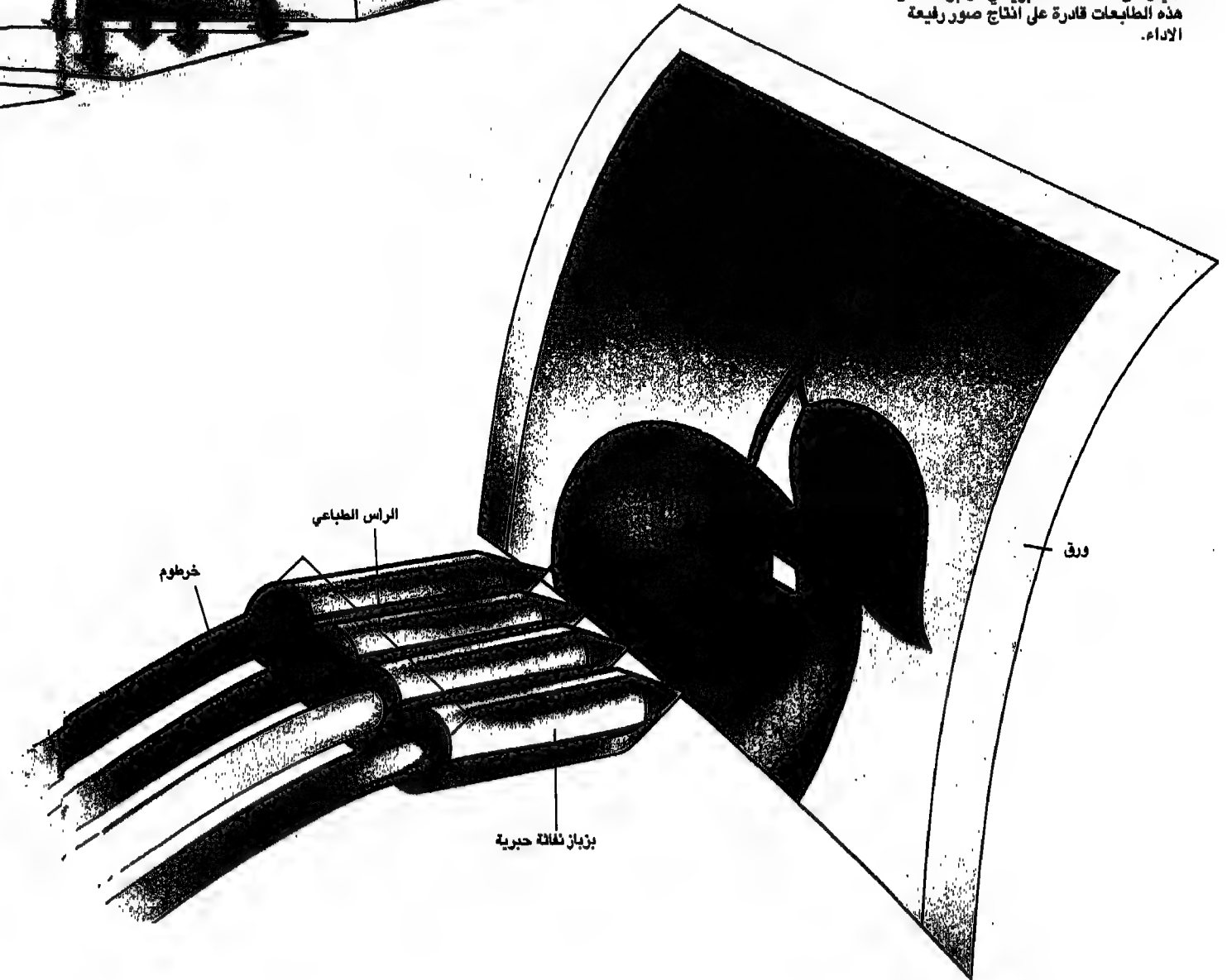


تطبع الطابعات المعروفة بالطابعات النفاثة (Inkjet) الصور من نقاط تتكون عن طريق دفع رذاذ حبري دقيق على الصفحة الورقية. هذا الأسلوب يناسب بصورة خاصة الصور الملونة اذ يستخدم الألوان الطباعية الأساسية الأربعة وهي الأزرق الداكن والأحمر المجنثا والأصفر والأسود. وحينما يتحرك الرأس الطباعي أفقيا على صفحة الورق تطلق النفاثات رذاذات الحبر بتسلسل ينظمه معالج صغري موجود في الطابعة مكونا بذلك صفا من النقاط في كل رشة نفاثة. ولما كانت هذه الطابعات تستطيع رش ما لا يقل عن ٣٠٠ نقطة حبرية في كل بوصة فإن هذه الطابعات قادرة على إنتاج صور رفيعة الأداء.



مكونا بذلك صورة معكوسة مستترة. بعد ذلك يرش الطبل بمسحوق ناعم مشحون بالكهرباء الموجبة يطلق عليه منغم (Toner) (٤) والذي يلتصق على الامكنة ذات الشحنة الحبيدية (٥). وحينما تتصل الصفحة الورقية (٦) المشحونة بالكهرباء السالبة بالطبل ينجذب المنغم اليها مكونا الشكل المطلوب (٧). ويلتصق الرسم على الورقة بمزيج من الحرارة والضغط (٨). وبعد ان يتم إنتاج الورقة المطبوعة (٩) يتحرر الطبل من شحنته الكهربائية وينظف ويعاد شحنه استعدادا لعملية طباعية ثانية.

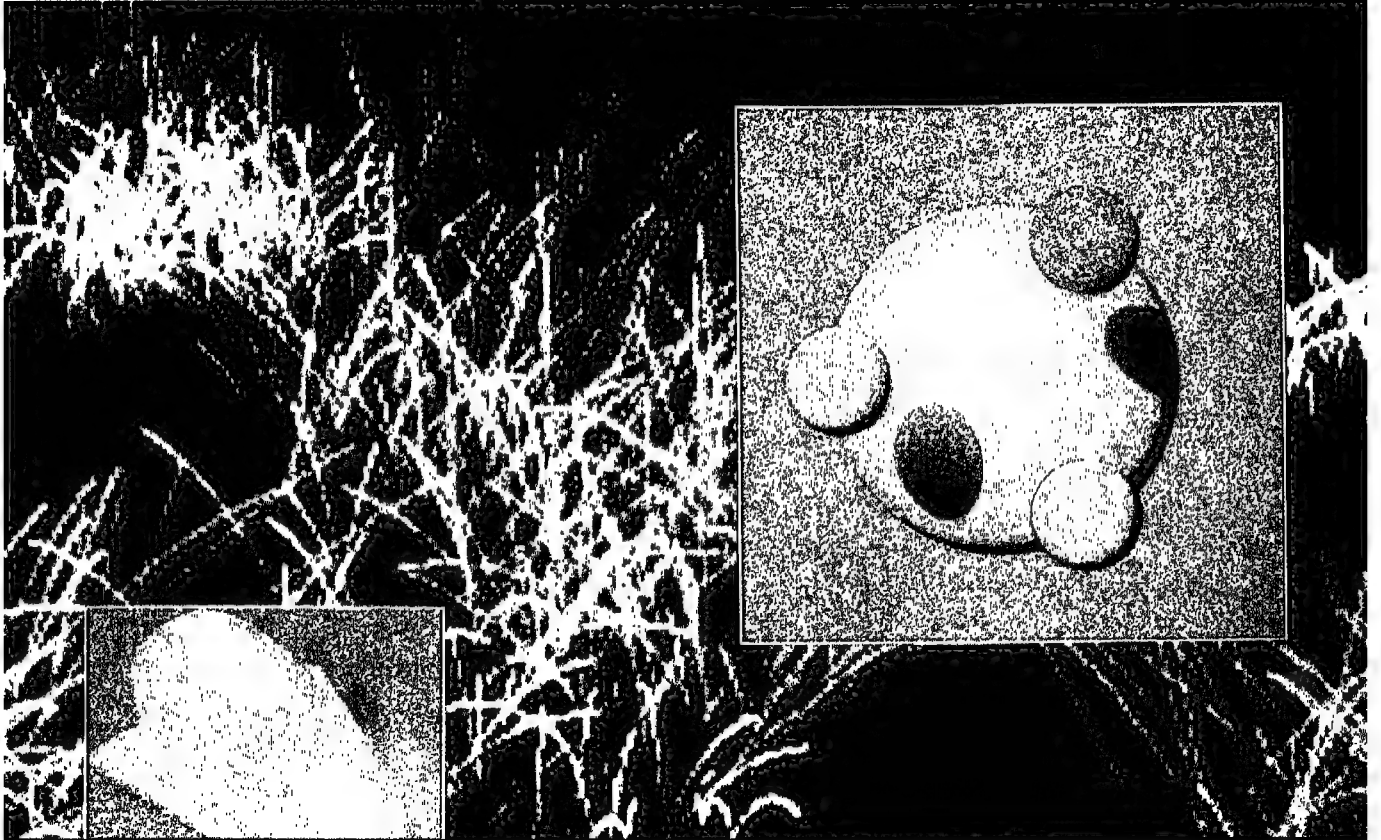
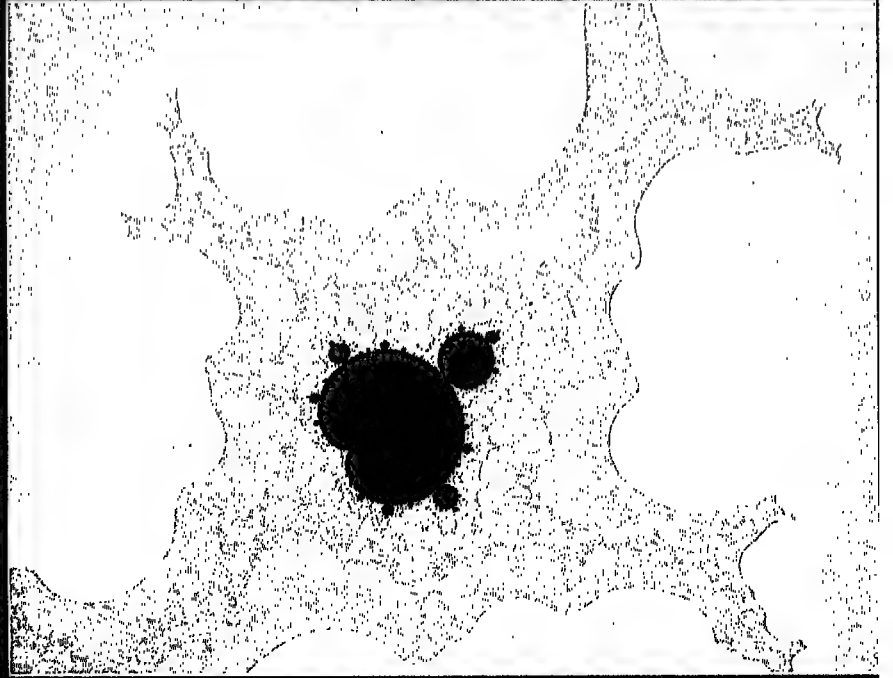
هناك نوع آخر من الطابعات يعمل بمبدأ التصوير الحراري (Electrophotography) المعروف باسم الطابعات الليزرية - (Laser) هذه الطابعات تستطيع طباعة صفحة كاملة دفعة واحدة. وتتألف الطابعة الليزرية من جهاز ليزري صغري (١) يشغل ويطلق ملايين المرات في الثانية الواحدة بواسطة معالج صغري فيطلق مجرى ضوئيا على مرآة مسدسة الزوايا (٢) هذه المرآة تؤدي إلى ارتداد الضوء فينعكس على طبل (Drum) مشحون بالكهرباء الموجبة (٣) فيتحدد السطح من الكهرباء أي يفقد شحنة الضوء





## الرسوم التصويرية

يستطيع الكمبيوتر أنبات العشب ورؤية الاشكال المجسمة من اية زاوية شئنا بل وحتى محاكاة النشاط الديناميكي للمذنبات ومن تطبيقات الكمبيوتر الرسومية الجديدة: المهشيمات (Fractals) وهي اشكال جيومترية وهمية كليا تعبر عن تصاميم رياضية تتيح للعلماء فهم الظواهر الطبيعية عن طريق دراسة بعض الظواهر الرسومية التي تبدو منتظمة ولكن تكشف عند تحليلها، كمبيوتريا، عن انتظام خفي ومدهش. وتستعمل هذه التقنية لحاكاة الطبيعة لدراسة قوانينها اضافة الى ذلك تستعمل التطبيقات الرسومية في مختلف الشؤون التي تتعدى الطب والصناعة الى التسلية. فبالامكان «سوق» سيارة وصدمةا بوجه حائط، على الشاشة الكمبيوترية، لمعرفة تأثير ذلك على مكونات السيارة.













01D110144